Hermann Küllmer

BANKBETRIEBLICHE PROGRAMMPLANUNG UNTER UNSICHERHEIT

1973

BANKBETRIEBLICHE PROGRAMMPLANUNG

UNTER UNSICHERHEIT

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Wirtschaftswissenschaft
durch den
Fachbereich Wirtschafts- und Sozialwissenschaften
der Westfälischen Wilhelms-Universität
zu Münster

vorgelegt von
Hermann Küllmer
aus Detmold
1973

Erster Berichterstatter: Prof. Dr. Mülhaupt
Zweiter Berichterstatter: Prof. Dr. Bleymüller
Dekan: Prof. Richard Tilly Ph.D.
Tag der mündlichen Prüfung: 6.Febr.1973

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
Einführung		1
I.	Problemstellung	1
II.	Die Entscheidungssituationen im Bankbetrieb	8
	1. Der Begriff der Sicherheits-, Unsicherheits- und Risikosituation	8
	2. Die Wahrscheinlichkeitskonzeption bei bankbetrieblichen Entscheidungsproblemen	10
III.	Die Modelle des bankbetrieblichen Entscheidungsverhaltens	15
	1. Geschlossene Modelle des Entscheidungsverhaltens	16
	2. Offene Modelle des Entscheidungsverhaltens	24
Kapitel A:	Bankbetriebliche Programmplanung unter Unsicherheit in einem geschlossenen Modell des Entscheidungsverhaltens	28
I.	Der Einfluß der Unsicherheit auf den bankbetrieblichen Entscheidungsprozeß	28
	1. Das Risikonutzenprinzip als rationales Entscheidungskriterium	29
	a) Die Grundlagen des Risikonutzenprinzips	29
	b) Die Anwendung des Risikonutzenprinzips auf bankbetriebliche Entscheidungsprobleme	36
	1) Die bankbetriebliche Risikoneigung bei Programmentscheidungen	36
	2) Die Ableitung einer banktypischen Risikonutzenfunktion	38

Seite

2. Die Entscheidungskriterien auf der Basis von Verteilungsparametern 45

a) Die Bedeutung des (μ,σ)-Prinzips für die bankbetriebliche Programmplanung 45

b) Die Problematik der Entscheidungsregeln auf der Grundlage von Verteilungsparametern 49

II. Die bankbetriebliche Anlageplanung auf der Grundlage der Risikonutzentheorie 56

1. Die Planung des Wertpapierportefeuilles 56

a) Die Ertrags- und Risikokomponente des Portefeuilles 56

b) Die Auswirkung der Diversifikation auf Ertrag und Risiko des Portefeuilles 59

c) Die Bestimmung effizienter und optimaler Portefeuilles 65

Exkurs: Die Problematik von Indexmodellen 68

2. Die Planung des Kreditportefeuilles 75

a) Die Qualifizierung des Bankkredits als Anlageobjekt 75

b) Die Anwendung der Portfolio-Theorie auf die Planung des Kreditportefeuilles 77

1) Die formale Übertragung der Portfolio-Theorie auf das Kreditgeschäft 77

2) Die Probleme einer Anwendung der Portfolio-Theorie auf die Planung des Kreditportefeuilles 78

(a) Das Existenz- und Kapitalstrukturrisiko als Bestimmungsgründe des Kreditrisikos 78

(b) Die Ermittlung des Kreditrisikos der Bank im traditionellen Ansatz Hodgmans 82

(c) Die Ableitung und Analyse der Entscheidungsdeterminanten für die Planung des Kreditportefeuilles auf der Basis der Portfolio-Theorie 90

Seite

III. Die Planung der Barreserve des Bankbetriebs 99

1. Die Planungskonzeptionen auf der Basis von Liquiditätsregeln 99

2. Die Lösung des Liquiditätsproblems aus der Sicht der Lagerhaltungstheorie 106

a) Die Parallelen zwischen Lager- und Kassenhaltung 106

b) Die Struktur deterministischer und stochastischer Kassenhaltungsmodelle 111

c) Die Problematik der Lösung des Liquiditätsproblems auf der Grundlage von Lagerhaltungsmodellen 116

IV. Die Probleme der Optimumbestimmung unter Unsicherheit in Gesamtplanungsmodellen des Bankbetriebs 119

Kapitel B: Bankbetriebliche Programmplanung unter Unsicherheit in einem offenen Modell des Entscheidungsverhaltens 127

I. Das Wesen simulativer Entscheidungsprozesse 127

II. Das Entscheidungsfeld des Simulationsmodells zur mehrperiodischen Gesamtplanung im Bankbetrieb 135

1. Die zeitliche Ausdehnung des Entscheidungsfeldes 135

a) Die Festlegung des Planungshorizontes 135

b) Die Bildung von Teilperioden 138

2. Die mengenmäßige Ausdehnung des Entscheidungsfeldes 143

		Seite
III.	Die Abbildung der Entscheidungsvariablen im Simulationsmodell	149
	1. Die Struktur der Aktivgeschäfte der Bank	149
	a) Die Gewährung von Geldmarktkrediten	149
	b) Der Erwerb und die Veräußerung von Geldmarktpapieren und Handelswechseln	150
	c) Die Anlage und Refinanzierung im Wertpapiergeschäft	155
	d) Die Gewährung von Kundenkrediten	158
	2. Die Struktur der Passivgeschäfte der Bank	163
	a) Die Aufnahme von Geldmarktkrediten	163
	b) Die Refinanzierung durch Lombardverschuldung	165
	c) Das Einlagengeschäft	167
IV.	Die Rahmenbedingungen des Simulationsmodells	170
	1. Die Liquiditätsbedingung	170
	2. Die Mindestreservebedingung	172
	3. Die Grundsätze des Bundesaufsichtsamtes für das Kreditwesen	176
	4. Die Angebots- und Nachfragebedingungen	179
	5. Die Rediskont- und Lombardbeschränkung	181
V.	Die Erfassung der Interdependenzen im Datenbereich	186
	1. Die Interdependenzen in der Zinsstruktur	188
	2. Die Interdependenzen zwischen Angebot, Nachfrage und Zinssätzen	195

		Seite
VI.	Die Auswahl und Bewertung von Strategien	199
	1. Die Datenauswahl bei einer vorgegebenen Strategie	199
	2. Die Verfahren der Strategieauswahl	207
	3. Das Problem der Strategiebewertung als Grundlage der Entscheidung	210
Zusammenfassung		217
Literaturverzeichnis		225

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

		Seite
Abb. 1:	Risikonutzenfunktion bei Risikoneutralität	40
Abb. 2:	Risikonutzenfunktion bei Risikoaversion	41
Abb. 3:	Risikonutzenfunktion bei Risikosympathie	41
Abb. 4:	Quadratische Risikonutzenfunktion	42
Abb. 5:	Risikopräferenzfunktion bei Risikoaversion	48
Abb. 6:	Der Einfluß der Diversifikation auf Ertrag und Risiko eines Portefeuilles	62
Abb. 7:	Die Bestimmung des optimalen Portefeuilles	67
Abb. 8:	Die Beziehung zwischen dem Index und einem Wertpapier	70
Abb. 9:	Die Anwendung des Sharpe-Modells	71
Abb.10:	Die Funktion $\Phi(y)$	85
Abb.11:	Die Verteilungsfunktion $\hat{P}(Y \leq y)$	86
Abb.12:	Die Dichtefunktion $-\Phi'(y)$	86
Abb.13:	Die Kreditangebotsfunktion der Bank	89
Abb.14:	Die Phasen des Simulationsprozesses	131
Abb.15:	Die Struktur des Planungszeitraumes	141
Abb.16:	Die Zinsentwicklung seit Mitte 1967 und Spannen zum Diskontsatz	191
Abb.17:	Transformation von Zufallszahlen bei diskreter Wahrscheinlichkeitsverteilung	203
Abb.18:	Transformation von Zufallszahlen bei stetiger Wahrscheinlichkeitsverteilung	204
Abb.19:	Die Ergebnisverteilung einer Strategie	206

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AER	The American Economic Review
JoB	The Journal of Business
JoF	The Journal of Finance
MS	Management Science
ZfB	Zeitschrift für Betriebswirtschaft
ZfbF	Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung
ZfgK	Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen
ZfhF, NF	Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung, Neue Folge
QJoE	The Quarterly Journal of Economics

VERZEICHNIS DER HÄUFIG VERWENDETEN SYMBOLE DES SIMULATIONSMODELLS

A	Liquiditätsbelastung aufgrund der Änderung einer Bilanzposition
B	Bilanzposition
b	Barzahlungsfaktor
g	Periode der Realisierung eines bilanzmäßigen Zugangs
i	Index für die Aktivpositionen
j	Index für die Passivpositionen
K	Kursgewinn
k	Index für die Bankkunden
l	Index für die Laufzeit der Entscheidungsalternativen
t	Index für die Teilperioden
V	Kursverlust
v	Interner Verrechnungsfaktor
Z	Liquiditätszugang aufgrund der Änderung einer Bilanzposition
z	Zinssatz pro rata temporis
ZA	Liquiditätsabgang aufgrund von Zinszahlungen
ZE	Zinsertrag
ZK	Zinskosten
ZZ	Liquiditätszufluß aufgrund von Zinszahlungen

Einführung:
==========

I. Problemstellung

Wirtschaftliches Handeln erfordert eine ständige Wahl zwischen alternativen Handlungsmöglichkeiten. Die Entscheidung zwischen den Handlungsalternativen ist der bewußte Vollzug betriebswirtschaftlicher Wahlhandlungen.[1] Die Gesamtheit der Entscheidungen, durch die das Geschehen in der Unternehmung gelenkt wird, bildet die Unternehmenspolitik.[2] Geht den Entscheidungen ein systematischer, gedanklicher Prozeß voraus[3], der das zukünftige Handeln des Entscheidungsträgers festlegt, so wird eine Planung der Unternehmenspolitik vorgenommen. Durch eine Planung im Bankbetrieb wird daher die künftige Bankpolitik festgelegt, indem Entscheidungen nach vorherigem gedanklichen Durchdringen des Problems getroffen werden.[4]

---

1 Vgl. Heinen, E., Zielanalyse als Grundlage rationaler Unternehmungspolitik, in: Zielprogramm und Entscheidungsprozeß in der Unternehmung, Hrsg. H. Jacob, Wiesbaden 1970, S. 8.

2 Vgl. Sandig, C., Die Führung des Betriebes, Stuttgart 1953, S. 19.

3 So bezeichnet Hax die Planung als die gedankliche Vorwegnahme zukünftigen Geschehens; vgl. Hax, K., Planung und Organisation als Instrumente der Unternehmungsführung, in: ZfhF, NF, 11. Jg. (1959), S. 606; vgl. auch Mülhaupt, L./Deppe, H.-D., Gedanken zu Problemen der Liquiditätsplanung von Kreditinstituten, in: Sparkasse, 80. Jg. (1963), S. 83 und Koch, H., Betriebliche Planung, Wiesbaden 1961, S. 9.

4 Der Begriff der Bankpolitik wird in der Literatur unterschiedlich verwendet; wie hier vgl. Kalveram, W./Günther, H., Bankbetriebslehre, 3. völlig neu bearb. Aufl., Wiesbaden 1961, S. 115; eine weiter gefaßte Begriffsbildung verwenden Eisfeld, C., Art. Bankpolitik, in: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, begründet von H. Niklisch, 3. völlig neu bearb. Aufl., Bd. I, Stuttgart 1956, Sp. 484 und Linhardt, H., Bankbetriebslehre, Bd. I: Bankbetrieb und Bankpolitik, Köln und Opladen 1957, S. 155.

Eine einheitliche Definition des Planungsobjektes "Bank" hat sich in der bankbetrieblichen Literatur nicht durchgesetzt; vielmehr wird der Bankbetrieb durch sehr unterschiedliche Wesensmerkmale gekennzeichnet.[1] Trotz der verschiedenartigen Definitionen verbindet man in der Bankpraxis mit dem Begriff "Bank" jedoch bestimmte Vorstellungen bezüglich der charakteristischen bankbetrieblichen Tätigkeiten.[2] Das Kreditwesengesetz greift auf diese Vorstellungen zurück und bestimmt den Begriff des Bankbetriebes durch eine Aufzählung der einzelnen Bankgeschäfte.[3]

Nach dem Umfang der bankbetrieblichen Leistungserstellung lassen sich die Kreditinstiute in Universal- und Spezialbanken unterscheiden.[4] Die Banken mit universellem Tätigkeitsbereich, von denen in dieser Arbeit ausgegangen wird, betreiben mit Ausnahme der Notenemission und der Ausgabe von Schuldverschreibungen alle Bankgeschäfte, insbesondere also das Einlagen- und Kreditgeschäft sowie die Anlage

---

1 Vgl. Hahn, A.L., Volkswirtschaftliche Theorie des Bankkredits, 3. Aufl., Tübingen 1930, S. 8 ff.; Somary, F., Bankpolitik, 2. neubearb. Aufl., Tübingen 1930, S. 3; Halm, G.N., Geld, Außenhandel und Beschäftigung, 3., völlig neu bearb. Aufl., München 1957, S. 269 ff.; Stucken, R., Geld und Kredit, 2., stark veränd. Aufl., Tübingen 1957, S. 7 ff und die Übersicht bei Schäfer, H., Zum Begriff des Bankbetriebes, Göppingen 1971.

2 Vgl. Schork, L., Gesetz über das Kreditwesen mit Begründung und Anmerkungen, Stuttgart 1961, S. 107; Kolbeck, R., Bankbetriebliche Planung, Wiesbaden 1971, S. 46.

3 Vgl. die einzelnen Bankgeschäfte in § 1 des Gesetzes über das Kreditwesen vom 10. Juli 1961 (BGBl. I, S. 881).

4 Zum Begriff der Universalbank vgl. Walb, E., Übersetzung und Konkurrenz im deutschen Kreditapparat, in: Untersuchung des Bankwesens 1933, I. Teil, 1. Bd., Berlin 1933, S. 116.

ihrer Mittel in Wertpapieren aller Art.[1]

In der bankbetrieblichen Praxis ist eine Planung der Unternehmenspolitik - im Gegensatz zu anderen Wirtschaftszweigen - bisher kaum durchgeführt worden und befindet sich erst im Aufbau.[2] Auch die Theorie der bankbetrieblichen Planung liefert nur vereinzelt Ansatzpunkte zu einer Planung des Bankgeschehens. Zwar haben sich bereits Macleod[3] und Edgeworth[4] gegen Ende des vorigen Jahrhunderts mit grundlegenden theoretischen Fragen des Bankbetriebs beschäftigt. Im Mittelpunkt der Bankbetriebslehre stand jedoch bis zur Mitte der fünfziger Jahre lediglich eine Beschreibung der einzelnen Bankgeschäfte und eine Strukturanalyse der gesamten Kreditwirtschaft.[5]

Erst seit einigen Jahren wird in der Theorie des Bankbetriebs versucht, bankbetriebliche Entscheidungshilfen zu entwickeln, um dem Bankleiter eine rationale Wahl zwischen einzelnen Handlungsalternativen zu ermöglichen. Die Notwendigkeit des verstärkten Einsatzes wissenschaftlicher Planungsverfahren im Bankbetrieb begründet Deppe[6] im wesentlichen damit, daß

---

1 Prion bezeichnet die Universalbanken daher als "Banken mit Warenhauscharakter"; Prion, W., Die Lehre vom Bankbetrieb, in: Handwörterbuch der Staatswissenschaften, Hrsg. L. Elster et alii, 4. gänzl. umgearb. Aufl., Jena 1924, S. 126.

2 Vgl. Kolbeck, R., a.a.O., S. 11.

3 Vgl. Macleod, H.D., The Theory of Credit, London 1889/91.

4 Vgl. Edgeworth, F.Y., The Mathematical Theory of Banking, in: Journal of the Royal Statistical Society, Vol. 51 (1888), S. 113 ff.

5 Vgl. Mülhaupt, L., Ansatzpunkte für eine Theorie der Kreditbank, in: Jahrbuch für Sozialwissenschaft, 12. Bd. (1961), S. 132 ff.

6 Vgl. Deppe, H.-D., Die Planung im Bankbetrieb mit wissenschaftlichen Methoden, in: ZfgK, 22. Jg. (1969), S. 92 ff.

- das Wachstum des Geschäftsvolumens der Kreditinstitute von ständig steigenden Verlustgefahren begleitet wird, so daß Wege zur Verringerung der Risiken durch Planung untersucht werden müssen;

- die zunehmende Komplexität des Bankgeschehens den Bankleiter zwingt, Entscheidungen nicht allein aufgrund der Erfahrung zu fällen, sondern durch Planungsverfahren abzusichern;

- die zunehmende Verschärfung des Wettbewerbs, insbesondere seit Aufhebung der Zinsverordnung und dem teilweisen Abbau der Steuerprivilegien es erforderlich macht, nach besseren Entscheidungen zu suchen.

Der Grund für den erst relativ späten Einsatz wissenschaftlicher Planungsverfahren gerade im Bankbetrieb liegt vor allem in den Besonderheiten dieses Betriebstypes.[1] Da sich der Bankbetrieb in zwei wesensverschiedene Bereiche gliedert, erlauben es seine Wesensmerkmale nicht, die zur Lösung industrieller Probleme entwickelten Planungsverfahren unverändert auf bankbetriebliche Fragestellungen anzuwenden.[2]

---

1 Vgl. dazu Deppe, H.-D., Über Ziele und Problemstellungen theoretisch-deduktiver Analysen einzelner Kreditinstitute, in: ZfhF, NF, 18. Jg. (1966), S. 618 ff.; weitere Gründe werden angeführt bei Cohen, K.J./Hammer, F.S., Operations Research: A New Approach to Bank Decision Making, in: Analytical Methods in Banking, Hrsg. K.J. Cohen/F.S. Hammer, Homewood, Ill. 1966, S. 4 und Büschgen, H.E., Wissenschaftliche Unternehmensführung und operations research im Bankbetrieb, I. Teil, in: Bank-Betrieb, 9. Jg. (1969), S. 207.

2 Die gedankliche Trennung des Bankbetriebs in einen finanziellen und einen technisch-organisatorischen Bereich wird erstmals am klarsten von Kaminsky vorgenommen; vgl. Kaminsky, S., Die Kosten- und Erfolgsrechnung der Kreditinstitute, 2. verb. Aufl., Meisenheim/Glan 1955, S. 26; diese Unterscheidung läßt sich jedoch bereits bei Isaac feststellen, da dieser zwischen Wert- und Stückleistung im Bankbetrieb differenziert; vgl. Isaac, A., Über das Selbstkostenproblem im Bankbetriebe, Leizpig 1921, S. 8.

Der Bankbetrieb umfaßt einen technisch-organisatorischen und einen finanziellen Bereich[1], wobei der erstere es der Bank ermöglicht, die finanziellen Transaktionen aus dem eigentlichen Bankgeschäft abzuwickeln. Im Gegensatz zu anderen Betriebstypen ist der finanzielle Bereich im Bankbetrieb die dominierende Sphäre. Während im technisch-organisatorischen Bereich die Kombination der physischen Produktionsfaktoren Arbeit, Betriebsmittel und Werkstoffe erfolgt, ist der finanzielle Bereich durch den monetären Faktor, die Nutzung von Zentralbankgeld, gekennzeichnet.[2] Der stofflose Faktor Zentralbankgeld ist aber einer analytischen Erfassung nur schwer zugänglich[3], so daß gerade die Entwicklung von Entscheidungshilfen zur Lösung von Wahlproblemen im finanziellen Bereich des Bankbetriebs erst am Anfang steht.

---

1 Zu den Wesensmerkmalen der beiden Bereiche des Bankbetriebs vgl. Deppe, H.-D., Der Bankbetrieb als Gegegenstand von Wachstumsanalysen, in: ZfB, 34. Jg. (1964), S. 366 ff.

2 Die Erweiterung des Systems der Produktionsfaktoren von Gutenberg durch die Einbeziehung der Zahlungsmittelnutzung in das bankbetriebliche Faktorsystem ist erstmals von Lipfert vorgenommen worden; vgl. Lipfert, H., Nationaler und internationaler Zahlungsverkehr, Wiesbaden 1960, S. 27 f.

3 Vgl. Cohen, K.J. / Hammer, F.S., Operations Research: A New Approach to Bank Decision Making, a.a.O., S. 8; dies macht Mülhaupt, L., Ansatzpunkte für eine Theorie der Kreditbank, a.a.O., S. 133, deutlich, indem er feststellt, "daß der Prozeß der Leistungserstellung der Bank nicht sichtbar in Erscheinung tritt, sondern sich fast ausschließlich in den Büchern der Bank abspielt, die eben auch nur das Ergebnis des Prozesses, nicht aber den Prozeß selbst widerspiegeln."

Die Planung hat sich auf beide Bereiche des Bankbetriebs zu erstrecken.[1] Auch wenn die technisch-organisatorische Sphäre als Hilfsmittel dem finanziellen Bereich untergeordnet ist, kann doch auch in diesem Sektor ein Engpaß liegen, der die Expansion des finanziellen Bankgeschäfts hemmt. So sind als wichtige Problemkreise die Terminplanung im Massengeschäft[2], der Einsatz von EDV-Anlagen[3] wie auch die Vermeidung von Warteschlangen im Schaltergeschäft zu nennen.[4]

Das Schwergewicht der Planung liegt jedoch auf dem finanziellen Bereich. Hier ist zunächst ebenfalls der Lösung einzelner Entscheidungsprobleme nachzugehen, wie z. B. der Planung der Mindestreservenhaltung.[5] Darüber hinaus ist aber die Gestaltung des finanziellen Bereichs in seiner Gesamtheit dringlich und für die Bank von weit größerer Bedeutung.[6] Cohen und Hammer sehen die Frage nach der

---

1 Eine Übersicht über die Planungsbereiche gibt Hein, M., Umrisse einer Gesamtplanung in Kreditinstituten, in: Österreichisches Bank-Archiv, 18. Jg. (1970), S. 218 ff. sowie Deppe, H.-D., Die Planung im Bankbetrieb mit wissenschaftlichen Methoden, a.a.O., S. 92 ff.

2 Vgl. Emmerich, G., Die Netzplantechnik als Instrument der Terminplanung in Kreditinstituten, in: Bank-Betrieb, 8. Jg. (1968), S. 281 ff. und 9. Jg. (1969), S. 13 ff.

3 Vgl. Stevenson, H., Elektronische Datenverarbeitung in Kreditinstituten, 2. verb. Aufl., Berlin - New York 1971.

4 Vgl. Byerly, R.A., The Use of Mathematical Models in the Analysis and Improvement of Bank Operations, in: Analytical Methods in Banking, Hrsg. K.J. Cohen/F.S. Hammer, a.a.O., S. 522 ff.

5 Vgl. Greshake, K., Planung der Mindestreserven durch den Gelddisponenten, in: ZfgK, 17. Jg. (1964), S. 871 ff.

6 Die isolierte Planung des finanziellen Bereichs ist zwangsläufig problematisch, da die finanziellen Transaktionen nicht ohne die Beanspruchung des technisch-organisatorischen Bereichs abgewickelt werden können. Wenn daher auch eine simultane Planung beider Bereiche des Bankbetriebs erforderlich ist, so wird das Entscheidungsproblem dadurch so komplex, daß ein simultaner Planungsansatz gegenwärtig nicht lösbar erscheint.

Höhe der Aktiva bzw. Passiva, die den Niederschlag der finanziellen Transaktionen bilden, sowie die Frage nach deren Aufteilung auf Barreserve, Wertpapiere und Kredite bzw. auf Verbindlichkeiten und Eigenkapital als Zentralproblem einer entscheidungsorientieren Bankbetriebslehre an.[1]

1 Vgl. Cohen, K.J./ Hammer, F.S., Analytical Methods in Banking, a.a.O., S. 35; vgl. auch Mülhaupt, L./ Deppe, H.-D., Gedanken zu Problemen der Liquiditätsplanung von Kreditinstituten, a.a.O., S. 83.

II. Die Entscheidungssituationen im Bankbetrieb

1. Der Begriff der Sicherheits-, Unsicherheits- und Risikosituation

Die traditionelle Annahme, daß der Entscheidungsträger im Bankbetrieb vollkommene Voraussicht über die Größen besitzt, die in das Entscheidungsmodell eingehen, ist in der Realität nicht gegeben; vielmehr besteht Ungewißheit oder Unsicherheit.[1] "Ungewißheit bedeutet ganz allgemein mangelnde Kenntnis der künftigen Entwicklung".[2] Da der Bankleiter keine Gewißheit über die relevanten Plandaten der Zukunft besitzt, bestehen für die Zielerfüllungsgrade der unterschiedlichen Handlungsmöglichkeiten keine einwertigen, sondern mehrwertige Erwartungen. Eine Entscheidung für eine bestimmte Alternative braucht daher nicht zu dem Ergebnis zu führen, das der Entscheidungsträger erwartet hat. Die Ungewißheit ist damit Ursache des Risikos. Dieses besteht in einer im Hinblick auf die Zielsetzung negativen Abweichung[3] zwischen tatsächlichem und erwartetem Wert.[4]

---

1 Die Begriffe Unsicherheit und Ungewißheit werden im folgenden synonym gebraucht.

2 Schneider, D., Investition und Finanzierung, 2., verb. Aufl., Opladen 1971, S. 65 ("Ungewißheit" im Original hervorgehoben).

3 Vgl. im einzelnen die Darstellung bei Krelle, W., Preistheorie, Tübingen - Zürich 1961, S. 15; derselbe, Unsicherheit und Risiko in der Preisbildung, in: Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, 113. Bd. (1957), S. 633.

4 Diese Definition des Risikos als der Gefahr einer negativen Abweichung geht von der Formulierung eines Bezugspunktes, einer Wertbasis, aus. Auf die Verwendung verschiedenartiger Wertbasen ist es vor allem zurückzuführen, daß mit dem Begriff des Risikos in der betriebswirtschaftlichen Literatur sehr unterschiedliche Begriffsinhalte verbunden werden; vgl. dazu vor allem Stützel, W., Die Relativität der Risikobeurteilung von Vermögensbeständen, in: Entscheidung bei unsicheren Erwartungen. Beiträge zur Theorie der Unternehmung, Hrsg. H. Hax, Köln und Opladen 1970, S. 9 ff.; vgl. ferner Arnold, H., Risikentransformation, Diss. Saarbrücken 1964, S. 15 ff.

Um die Unsicherheit der Daten im Entscheidungsprozeß berücksichtigen zu können, ist eine Analyse unterschiedlicher Entscheidungssituationen erforderlich. Bei einer Einteilung der Entscheidungssituation wird in der Literatur[1] überwiegend auf den Ansatz von Knight[2] zurückgegriffen, der diese nach dem Sicherheits- bzw. Unsicherheitsgrad der Erwartungen vornimmt. Es werden sichere Erwartungen, Risikoerwartungen und unsichere Erwartungen unterschieden.[3]

Sichere Erwartungen liegen vor, wenn für die Variable nur ein einziger Wert erwartet wird. Risikoerwartungen (= risk) im Sinne von Knight sind dadurch gekennzeichnet, daß der Entscheidungsträger für die Werte einer Variablen objektive Wahrscheinlichkeiten ermitteln kann. Unsichere Erwartungen (= uncertainty) bestehen nach Knight dann, wenn den Werten einer Variablen lediglich subjektive Wahrscheinlichkeiten zugeordnet werden können. Diese Situation wird in der Literatur um den Unterfall erweitert, daß überhaupt

---

1 Vgl. Albach, H., Wirtschaftlichkeitsrechnung bei unsicheren Erwartungen, Köln und Opladen 1959, S. 3; Tintner, G., Ein Beitrag zur nicht-statischen Werttheorie, in: Zeitschrift für Nationalökonomie, Bd. 14 (1954), S. 358 ff.; derselbe, The Theory of Choice under Subjective Risk and Uncertainty, in: Econometrica, Vol. 9 (1941), S. 298 ff.; derselbe, The Pure Theory of Production under Technological Risk and Uncertainty, in: Econometrica, Vol. 9 (1941), S. 305 ff.; Hart, A.G., Risk, Uncertainty, and the Unprofitability of Compounding Probabilities, in: Studies in Mathematical Economics and Econometrics, Gedächtnisband für Henry Schultz, Hrsg. O. Lange/ F.McIntyre/ T.O. Yntema, Chicago 1942, S. 110 ff.; Lohmann, M., Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 4. neubearb. Aufl., Tübingen 1964, S. 40 ff.; Moxter, A., Bilanzierung und unsichere Erwartungen, in: ZfhF, NF, 14. Jg. (1962), S. 607 ff.; Seidenfus, H.S., Zur Theorie der Erwartungen, in: John Maynard Keynes als "Psychologe", Hrsg. G. Schmölders/H.S. Seidenfus/R. Schröder, Berlin 1956, S. 97 ff.; Schneider, D., Die wirtschaftliche Nutzungsdauer von Anlagegütern, Köln und Opladen 1961, S. 80.

2 Knight, F.H., Risk, Uncertainty, and Profit, Boston und New York 1921, Neudruck New York 1964.

3 Vgl. ebenda, S. 2 ff.

keine Wahrscheinlichkeiten angenommen werden können.[1]

Eine Untergliederung der Entscheidungssituation allein nach der Art der Wahrscheinlichkeit ist jedoch nicht hinreichend; denn es ist weiterhin danach zu differenzieren, ob eine häufige Wiederholung eines Ereignisses gegeben ist oder ob Einmaligkeit des Ereignisses besteht.[2] Da beim Vorliegen von objektiven Wahrscheinlichkeiten und häufiger Wiederholung des Ereignisses der Erwartungswert im Durchschnitt tatsächlich realisiert wird, verändert sich die Risikosituation in Sicherheit. Dieser Fall wird daher mit dem der Sicherheit unter dem Oberbegriff der einwertigen Datenstruktur zusammengefaßt.[3]

2. Die Wahrscheinlichkeitskonzeption bei bankbetrieblichen Entscheidungsproblemen

Für die unterschiedlichen Entscheidungssituationen sind in der Literatur jeweils bestimmte Entscheidungsregeln entwickelt worden. Um die Anwendbarkeit der Entscheidungsregeln im bankbetrieblichen Bereich beurteilen zu können, ist daher zu prüfen, welche Entscheidungssituation im Bankensektor relevant ist. Dies setzt eine Klärung des Begriffs der Wahrscheinlichkeit voraus.

---

1 Vgl. etwa Albach, H., Wirtschaftlichkeitsrechnung bei unsicheren Erwartungen, a.a.O., S. 4; Luce, D.R./Raiffa, H., Games and Decisions, New York - London - Sydney 1957, S. 275 ff.; Miller, D.W./Starr, M.K., Executive Decisions and Operations Research, Sec. Edition, Englewood Cliffs, N.J. 1969, S. 73 ff.

2 Vgl. dazu die Übersicht bei Teichmann, H., Die Investitionsentscheidung bei Unsicherheit, Berlin 1970, S. 19.

3 Vgl. Albach, H., Wirtschaftlichkeitsrechnung bei unsicheren Erwartungen, a.a.O., S. 3 und die dort angegebene Literatur.

In der Literatur werden die Wahrscheinlichkeiten nach der Methode ihrer Messung in

- objektive Wahrscheinlichkeiten
  - logische Wahrscheinlichkeiten
  - statistische Wahrscheinlichkeiten
- subjektive Wahrscheinlichkeiten

unterschieden.[1]

Bei der Konzeption der logischen Wahrscheinlichkeit, die eine objektive a-priori-Wahrscheinlichkeit ist - auch als mathematische Wahrscheinlichkeit bezeichnet -, wird ohne empirische Kenntnis allein aufgrund folgerichtigen Denkens einer Aussage ein Zahlenwert zwischen 0 und 1 als Wahrscheinlichkeit zugeordnet. Carnap versucht mit Hilfe der Logik, Regeln zu entwickeln, die es gestatten, einer Hypothese eine und nur eine reelle Zahl ($0 \leq p \leq 1$) zuzuordnen. "Die Schwäche der objektiven a-priori-Bestimmung der Wahrscheinlichkeit liegt natürlich in der Schwierigkeit, ... (der Aussage) in sachlich gerechtfertigter Weise objektiv eine Zahl zwischen 0 und 1 zuzuordnen. Savage behauptet sogar, es existiere überhaupt kein befriedigendes objektives Zuordnungsverfahren".[2] Zumindest aber für den Bereich der Sozialwissenschaften wird keine Möglichkeit für ihre Anwendung gesehen.[3]

---

1 Vgl. dazu insbesondere Wittmann, W., Unternehmung und unvollkommene Information, Köln und Opladen 1959, S. 40 ff.; Menges, G., Grundriß der Statistik, Teil 1: Theorie, Köln und Opladen 1968, S. 31 ff.; Teichmann, H., a.a.O., S. 48 ff.

2 Menges, G., Grundriß der Statistik, a.a.O., S. 32 ("sachlich gerechtfertigter Weise" und "Savage" im Original hervorgehoben).

3 Vgl. ebenda, S. 32; Vetter, H., Wahrscheinlichkeit und logischer Spielraum, Tübingen 1967, S. 7; Wächtershäuser, M., Kreditrisiko und Kreditentscheidung im Bankbetrieb, Wiesbaden 1971, S. 119; diese Wahrscheinlichkeitskonzeption kann aber als geeignet angesehen werden, "die Möglichkeit der gedanklichen Ermittlung von Glaubwürdigkeitsziffern zu begründen"; Mellwig, W., Anpassungsfähigkeit und Ungewißheitstheorie. Tübingen 1972, S. 35; vgl. auch Carnap, R./Stegemüller, W., Induktive Logik und Wahrscheinlichkeit, Wien 1959, S. 6.

Während die logische Wahrscheinlichkeit a-priori bestimmt wird, ist die statistische oder objektive a-posteriori-Wahrscheinlichkeit empirischer Natur, die mit Hilfe statistischer Methoden gewonnen wird. Die statistische Wahrscheinlichkeit ist als der Grenzwert definiert, dem die relative Häufigkeit eines Ereignisses bei einer unendlichen Zahl von Versuchen zustrebt. Allerdings wird eine endliche Zahl von Beobachtungen als ausreichend angesehen, um die relative Häufigkeit als Näherungswert der statistischen Wahrscheinlichkeit ermitteln zu können.

Die Bestimmung statistischer Wahrscheinlichkeiten setzt voraus, daß ein Ereignis bei gleichen Bedingungen unter unabhängiger, mehrfacher Wiederholung realisiert wird. Dies wird bei einer Reihe von betriebswirtschaftlichen Problemen durchaus für realisierbar gehalten.[1] Die quantitative Vorbedingung zur Bestimmung statistischer Wahrscheinlichkeiten, d. h. eine genügend große Zahl von Beobachtungen, mag zwar auch im Bankbetrieb zutreffen.[2] Die Bedingungen der Unabhängigkeit und Gleichartigkeit sind jedoch nicht gegeben. So kann der Ausfall eines Kredits weitere Kreditausfälle bedingen, da das Fallieren eines Unternehmens die Zahlungsfähigkeit der Vorlieferanten und Arbeitnehmerhaushalte beeinflußt und somit zu weiteren Ausfällen im Industrie- und Konsumentenkreditgeschäft führen kann. "Letztlich sind alle durch Kreditverträge induzierten Zahlungen aufgrund ihrer Einkommenswirksamkeit im Einkommenskreislauf miteinander verbunden."[3] Dies gilt in gleichem Maße für das bedeutendste Passivgeschäft, die Annahme von Einlagen. Auch die Kursentwicklung einzelner festverzinslicher Wertpapiere ist eng miteinander verbunden. Ebensowenig kann die Bedingung der

---

1 Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. II: Der Absatz, 8. Aufl., Berlin - Heidelberg - New York 1965, S. 58; Albach, H., Wirtschaftlichkeitsrechnung bei unsicheren Erwartungen, a.a.O., S. 73 ff.

2 Vgl. Wächtershäuser, M., a.a.O., S. 223 ff.

3 Ebenda, S. 232.

Gleichartigkeit aufrechterhalten werden. Denn gerade beim bankbetrieblichen Betriebstypus weist der Ursachenkomplex nicht die erforderliche Stabilität auf. Vielmehr bedingen z. B. die Entwicklung des Konjunkturverlaufs und die Maßnahmen der Notenbank eine fortlaufende Veränderung der Umweltbedingungen, d.h. des Ursachenkomplexes in der finanziellen Sphäre des Bankbetriebs. Damit scheidet eine Anwendung objektiver Wahrscheinlichkeiten in den folgenden Untersuchungen aus.

Ist der Bankleiter nicht in der Lage, objektive Wahrscheinlichkeiten zu ermitteln, so kann er jedoch aufgrund seiner Informationen versuchen, eine Aussage über die Wahrscheinlichkeit zu treffen, mit der er ein bestimmtes Ereignis erwartet.[1] So lassen sich für den Ausfall eines Kredits für die Kursentwicklung eines Wertpapiers etc. aus der Kenntnis und den Erfahrungen der Vergangenheit sowie aus der Analyse der Einflußgrößen, die diese Ereignisse bestimmen, Glaubwürdigkeitsaussagen ableiten.[2] Subjektive Wahrscheinlichkeiten werden daher aufgefaßt als die Beziehung zwischen den Informationen des Entscheidungsträgers und den denkbaren Werten, die eine Variable annehmen kann. Es ist nahezu unumstritten, daß subjektive Wahrscheinlichkeiten ermittelt und bei der Entscheidungsfindung angewendet werden können. Auseinandersetzungen werden nur noch im wesentlichen um ihre Bezeichnung[3] und die Art ihrer Gewinnung geführt.[4]

---

1 Die Konzeption der subjektiven Wahrscheinlichkeiten ist zurückzuführen auf Keynes, J.M., A Treatise on Probability, London 1921, deutsche Übersetzung: Über Wahrscheinlichkeit, Leipzig 1926 und wurde insbesondere weiterentwickelt von Carnap, R., Logical Foundations of Probability, Chicago 1950.

2 Zum Begriff der Glaubwürdigkeit vgl. Wittmann, W., a.a.O., S. 53; Moxter, A., a.a.O., S. 612.

3 So wenden sich insbesondere Carnap, R./Stegmüller, W., a.a.O., S. 33, gegen die Bezeichnung 'subjektive Wahrscheinlichkeiten'.

4 Vgl. dazu die Zusammenstellung bei Haas, C., Unsicherheit und Risiko in der Preisbildung, Köln - Berlin - Bonn - München 1965, S. 32 ff. und die dort angegebene Literatur.

Stimmt man aber der Verwendbarkeit subjektiver Wahrscheinlichkeiten zu, dann ist der in der Literatur üblicherweise aufgeführte Fall der Entscheidungssituation, in der keine Wahrscheinlichkeiten mehr zu bestimmen sind, nicht zu halten.[1] Der Fall, daß sich überhaupt keine Wahrscheinlichkeiten ermitteln lassen, kann nicht damit begründet werden, daß der Entscheidungsträger über keinerlei Informationen verfügt; daß der Entscheidungsträger "ein Wissen von O hat, ist nicht gut vorstellbar."[2]

Diese Situation kann nur so interpretiert werden, "daß aufgrund der vorhandenen Informationen keiner der Werte eine von der einem anderen Wert zugeordneten abweichende Wahrscheinlichkeit aufweist".[3] Erscheint aber kein Wert einer Variablen glaubwürdiger als ein anderer, dann werden sie alle als gleichwahrscheinlich angesehen, d. h. es wird eine Wahrscheinlichkeitsverteilung in Form einer Gleichverteilung angenommen. Die Entscheidungssituation bei bankbetrieblichen Problemstellungen in der finanziellen Sphäre beschränkt sich damit infolge subjektiver Wahrscheinlichkeitsverteilungen auf unsichere Erwartungen.

---

1 Vgl. Schneider, D., Investition und Finanzierung, a.a.O., S. 67; Teichmann, H., a.a.O., S. 54; Carnap, R./Stegmüller, W., a.a.O., S. 15; Keynes, J.M., A Treatise on Probability, a.a.O., S. 29.
2 Teichmann, H., a.a.O., S. 52.
3 Ebenda, S. 54.

III. Die Modelle des bankbetrieblichen Entscheidungsverhaltens

Bei der Anlayse des spezifisch bankbetrieblichen Entscheidungsprozesses ist von der allgemeinen betriebswirtschaftlichen Entscheidungstheorie auszugehen, die mehr und mehr in den Vordergrund der betriebswirtschaftlichen Untersuchungen rückt. Zwar hat sich die Betriebswirtschaftslehre schon seit jeher mit dem Problem richtiger Unternehmensentscheidungen befaßt. "Neu und für die Zukunft richtungweisend ist nicht die Tatsache, daß sich die Betriebswirtschaftslehre mit Entscheidungen befaßt, sondern die Art und Weise, die Methodik, wie sie die Entscheidungen untersucht".[1]

Eine allgemein anerkannte Klassifizierung der in der Theorie der Individualentscheidung entwickelten verschiedenartigen Ansätze hat sich bislang nicht durchgesetzt. "Es zeichnet sich jedoch eine gewisse Zweiteilung der entscheidungstheoretischen Bemühungen ab, die ... durch die Gegenüberstellung von "geschlossenen" und "offenen" Modellen des Entscheidungsverhaltens"[2] charakterisiert werden kann.

---

1 Heinen, E., Betriebswirtschaftslehre heute, Wiesbaden 1966, S. 4 ("daß" und "wie" im Original hervorgehoben).

2 Kirsch, W., Entscheidungsprozesse, Bd. I: Verhaltenswissenschaftliche Ansätze der Entscheidungstheorie, Wiesbaden 1970, S. 25 ("geschlossenen" u. "offenen" im Original hervorgehoben).

1. Geschlossene Modelle des Entscheidungsverhaltens

Nach Heinen befaßt sich die Konzeption der geschlossenen Modelle des Entscheidungsverhaltens "ausschließlich mit der einmaligen rationalen Gestaltung des willensbildenden Prozesses, mit der Mittelwahl. Sie geht von gegebenen Unternehmerzielen aus, wie z. B. Rentabilität, Gewinn, Umsatz oder anderen Zielvariablen. Man versucht nun, unter möglichst vollständiger Formulierung der Handlungsalternativen ... einen Entscheidungsprozeß für die Maximierung dieser Ziele zu entwickeln".[1] Diese Modelle werden als geschlossene Modelle des Entscheidungsverhaltens bezeichnet, weil sie der konkreten Situation des Entscheidungsträgers, der Komplexität der betrieblichen Verhältnisse, insbesondere den organisatorischen Problemen der Willensdurchsetzung, nur wenig Aufmerksamkeit schenken.[2] Als Prototyp des geschlossenen Modells des Entscheidungsverhaltens ist das Modell des homo oeconomicus anzusehen; dieser ist identisch mit einem nach dem Rationalprinzip handelnden Wirtschaftssubjekt, das - im Rahmen der extern vorgegebenen Prämissen - seine gegebenen Mittel in der Weise einsetzt, daß der Zweckerfolg ein Maximum annimmt.

Das unternehmerische Handeln ist danach auf Gewinnerzielung ausgerichtet.[3] Dieses erwerbswirtschaftliche Prinzip findet seinen stärksten Ausdruck in

---

1 Heinen, E., Betriebswirtschaftslehre heute, a.a.O., S. 8.

2 Vgl. Alexis, M./Wilson, C.Z., Organizational Decision Making, Englewood Cliffs, N.J. 1967, S. 148 ff.; Braybrooke, D./Lindblom, C.E., A Strategy of Decision, Glencoe 1963, S. 39; Heinen, E., Betriebswirtschaftslehre heute, a.a.O., S. 8; Simon, H.A., Theories of Decision Making in Economics and Behavioral Science, in: Management and Organizational Behavior Theories: An Interdisciplinary Approach, Hrsg. W.T. Greenwood, Cincinnati, Ohio 1965, S. 300 ff.; Kirsch, W., Entscheidungsprozesse, Bd. I, a.a.O., S. 25.

3 Vgl. Rieger, W., Einführung in die Privatwirtschaftslehre, Nürnberg 1928, S. 44.

der Hypothese der Gewinnmaximierung, von der in betriebswirtschaftlichen Untersuchungen üblicherweise ausgegangen wird.[1] Sofern der Entscheidungsträger vollkommene Voraussicht besitzt und damit über die Konsequenzen einzelner Handlungsmöglichkeiten Sicherheit besteht, wird er sich für die gewinnmaximale Alternative entscheiden. Diese Hypothese wird auch in der bankbetrieblichen Literatur im allgemeinen angenommen, indem das erwerbswirtschaftliche Prinzip in seiner letzten Steigerung als dominierende geschäftspolitische Zielsetzung angesehen wird.[2] Das Gewinnstreben der Bank wird jedoch um weitere Zielgrößen ergänzt. Zu den wichtigsten geschäftspolitischen Prinzipien zählen nach der traditionellen Literatur neben dem "Streben nach Rentabilität ..., die Beachtung der Sicherheit der Bank und die Aufrechterhaltung einer genügenden Liquidität".[3] Es wird jedoch keine Anweisung gegeben, wie das "magische Dreieck der Bankpolitik" zu gestalten ist, um die Ziele der Bank bestmöglich zu verwirklichen.

Wird nur eine Zielgröße verfolgt, besteht also eine monovariable Zielvorstellung, dann kann die optimale Handlungsmöglichkeit zwar relativ leicht bestimmt werden. Bei einer multivariablen Zielvorstellung dagegen müssen zunächst die Beziehungen zwischen den einzelnen Zielgrößen untersucht werden.[4] Keine besonderen ökonomischen Probleme wirft die Zielkomple-

---

1 Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. I: Die Produktion, 11. Aufl., Berlin - Heidelberg - New York 1965, S. 452 ff.

2 Vgl. beispielsweise Hagenmüller, K.F., Der Bankbetrieb, Bd. III: Rechnungswesen-Bankpolitik, Wiesbaden 1964, S. 290; Hartmann, B., Bankbetriebsanalyse, Freiburg i.Br. 1962, S. 4; Fischer, O., Bankbilanzanalyse, Meisenheim/Glan, 1956, S. 41.

3 Kalveram, W./Günther, H., a.a.O., S. 115; vgl. ferner Hagenmüller, K.F., Der Bankbetrieb, Bd. III, a.a.O., S. 289 ff.; Feldbausch, F.K., Bankpolitik, Wiesbaden 1969, S. 35 ff.

4 Zu den Zielbeziehungen vgl. insbesondere Gäfgen, G., Theorie der wirtschaftlichen Entscheidung, 2. Aufl., Tübingen 1968, S. 119 ff.

mentarität auf, bei der die Realisierung des einen Zieles zugleich eine Förderung des anderen Zieles bewirkt. Das gleiche gilt für die Zielneutralität; bei dieser bedeutet die Realisierung des einen Zieles weder eine Förderung noch Hemmung der Zielerreichung des anderen Zieles. Von besonderer Problematik ist dagegen die Möglichkeit der Zielkonkurrenz, bei der "die in der Zielkonzeption enthaltenen Zielkomponenten ... so miteinander verbunden (sind), daß die zunehmende Erfüllung des einen Zieles zur wachsenden Nicht-Erfüllung des anderen führt".[1] Zeichnet sich das Zielsystem durch eine derartige Zielkonkurrenz aus, dann ist es im Rahmen der geschlossenen Modelle des Entscheidungsverhaltens erforderlich, eine explizite Ordnung der Zielgrößen vorzunehmen.

Am einfachsten läßt sich der Zielkonflikt beseitigen, indem die mehrfache Zielvorstellung dadurch aufgegeben wird, daß konkurrierende Zielgrößen bis auf eine unterdrückt werden, die verbleibende also die herrschende ist. Ein solches Verfahren erscheint jedoch wenig befriedigend, da ja gerade mehrere Zielgrößen realisiert werden sollen und keine völlig unberücksichtigt bleiben darf.

Eine weitere Möglichkeit zur Lösung des Zielkonfliktes besteht darin, daß die Entscheidung zwar für eine Zielgröße fällt, die anderen jedoch nicht gänzlich unbeachtet bleiben, sondern Mindestanforderungen für sie festgelegt werden. Eine derartige Formulierung kommt insbesondere dann in Frage, wenn die konkurrierenden Zielgrößen über weite Bereiche hinweg nicht austauschbar sind. Denn dann kann der Entscheidungsträger sich nicht für eine höhere Erfüllung des einen Zieles zu Lasten einer geringeren Realisierung eines anderen Zieles entscheiden, weil ein Ziel einen bestimmten Zielerfüllungsgrad unbedingt erreichen muß.

---

1 Bidlingmaier, J., Zielkonflikte und Zielkompromisse im unternehmerischen Entscheidungsprozeß, Wiesbaden 1968, S. 49.

Besteht dagegen eine - wenn auch in Grenzen - substitutionale Beziehung zwischen den konkurrierenden Zielen, dann wird in der Literatur zur Lösung des Konfliktes vorgeschlagen, die Ziele in eine übergeordnete Zielgröße zu integrieren.[1] Als derartige höhere Zielsetzung wird im Regelfall die Zielgröße "Nutzen" gewählt. Dieser Weg, einen Zielkonflikt zu lösen, ist allerdings zum Teil auf Widerspruch gestoßen[2]; in der Tat erfolgt eine Lösung nur formal, solange keine näheren Angaben über die Form der Substitutionsbeziehung bzw. Nutzenfunktion vorliegen. Der praktische Weg dieses Vorgehens hängt damit von der Fähigkeit ab, eine Nutzenfunktion aufzustellen. "Ob also als unternehmerisches Ziel Nutzenmaximierung gesetzt werden kann oder nicht, hängt davon ab, wie der Nutzen konkret definiert und gemessen wird".[3]

In den geschlossenen Modellen des Entscheidungsverhaltens ist daher eine explizite Zuordnung der bankbetrieblichen Zielgrößen Liquidität und Sicherheit zum Rentabilitätsziel vorzunehmen. Der Liquiditätsbegriff kennzeichnet einmal eine Eigenschaft von Vermögens- O b j e k t e n , zum anderen eine Eigenschaft von Wirtschafts- S u b j e k t e n . Geht man von dem Begriff der Liquidität im Sinne einer Eigenschaft von Vermögensobjekten aus, dann betrachtet

---

1 Zum Fall der Auflösung vgl. Engels, W., Betriebswirtschaftliche Bewertungslehre im Licht der Entscheidungstheorie, Köln und Opladen 1962, S. 47; Jacob, H., Preispolitik, Wiesbaden 1963, S. 21; Heinen, E., Das Zielsystem der Unternehmung, Wiesbaden 1966, S. 109.

2 Vgl. Wittmann, W., Überlegungen zu einer Theorie des Unternehmungswachstums, in: ZfhF, NF, 13. Jg. (1961), S. 493 ff; Boulding, K.E., The Present Position of the Theory of the Firm, in: Linear Programming and the Theory of the Firm, Hrsg. K.E. Boulding/W.A. Spivey, New York 1960, S. 4.

3 Schneider, D., Investition und Finanzierung, a.a.O., S. 61.

4 Vgl. Stützel, W., Art. Liquidität, in: Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Hrsg. E.v.Beckerath et alii, Bd. 6, Stuttgart-Tübingen-Göttingen 1959, Sp. 622 ff. und Claassen, E.M., Probleme der Geldtheorie, Berlin-Heidelberg-New York 1970, S. 46 ff; diese Unterscheidung findet man jedoch auch bereits bei Stucken, R., Liquidität der Banken, Berlin 1940, S. 12.

man die Geldnähe der Sach- und Finanzaktiva.[1] Stellt man auf den Begriff der Liquidität im Sinne einer Eigenschaft eines Wirtschaftssubjektes ab, so kennzeichnet man damit dessen Fähigkeit, allen Zahlungsverpflichtungen fristgerecht nachkommen zu können. Da die Zahlungsunfähigkeit einen Konkursgrund gemäß §§ 102, 209 KO[2] darstellt, ist die Aufrechterhaltung des finanziellen Gleichgewichts[3] unumgänglich. "Wenn der unternehmerische Wille zur Fortführung der Unternehmung vorliegt, muß zwangsläufig auch die Sicherung der Liquidität angestrebt werden."[4]

Will man das Streben nach Liquidität als bankbetriebliches Ziel im Entscheidungsprozeß berücksichtigen, dann kann nur von der Liquidität im Sinne der Zahlungsfähigkeit ausgegangen werden, denn nur dieser Begriffsinhalt weist Zielcharakter auf.[5] Zwar ist die Eigenschaft von Vermögensobjekten, in Zahlungsmittel

---

1 Die Vermögenswerte lassen sich nach der Geldnähe - dem Liquiditätsgrad - voneinander abstufen, wenn man, wie es in der älteren Literatur üblich war, auf den Zeitraum abstellt, innerhalb dessen sich das Objekt selbst liquidieren wird. Jedoch lassen sich die Aktiva bereits vor ihrer "natürlichen" Fälligkeit in Zentralbankgeld umwandeln, indem sie veräußert bzw. abgetreten werden; vgl. Stützel, W., Art. Liquidität, a.a.O., Sp. 622.

2 Vgl. Konkursordnung vom 10. Februar 1877 (RGBl. S.351).

3 Zum Begriff des finanziellen Gleichgewichts vgl. Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. I, a.a.O., S. 447; Maßmann, G., Das Problem des finanziellen Gleichgewichts in der Unternehmung, Diss. Köln 1959; Orth, L., Die kurzfristige Finanzplanung industrieller Unternehmungen, Köln und Opladen 1961, S. 2; Vormbaum, H., Das finanzwirtschaftliche Gleichgewicht des Betriebes, in: ZfB, 32. Jg. (1962), S. 65 ff.

4 Heinen, E., Das Zielsystem der Unternehmung, a.a.O., S. 74.

5 Vgl. ebenda, S. 76; Schlüter, J.R., Studien zum Problem der bankbetrieblichen Sicherheit, Diss. Göttingen 1970, S. 12; Köhler, R., Zum Finanzierungsbegriff einer entscheidungsorientierten Betriebswirtschaftslehre, in: ZfB, 39. Jg. (1969), S. 443.

umgewandelt werden zu können, für die Aufrechterhaltung der Zahlungsfähigkeit von erheblicher Bedeutung, doch wird die bankbetriebliche Zielsetzung nur mittelbar davon berührt. Damit stellt sich die Frage, in welcher Weise die Aufrechterhaltung der Zahlungsfähigkeit in einem Entscheidungsmodell berücksichtigt werden soll.

Das Streben nach Liquidität und nach Gewinn mündet in einem Zielkonflikt: Zwar kann die Aufrechterhaltung der Zahlungsfähigkeit dadurch gewährleistet werden, daß Vermögenswerte ausschließlich in der liquidesten Form, d. h. in Zentralbankgeld, gehalten werden, doch würde ein solches Verhalten dem Ziel der Gewinnerzielung entgegenwirken. Die Verfolgung beider Zielgrößen wird demzufolge als der "klassische" Zielkonflikt angesehen.[1]

Man könnte daran denken, diesen Zielkonflikt dadurch zu lösen, daß das Liquiditäts- und Gewinnstreben in eine Nutzenfunktion integriert werden.[2] Dann aber müßte zwischen beiden Zielgrößen eine substitutionale Beziehung bestehen, Gewinn und Liquidität müßten also austauschbar sein. Für den Bankleiter besteht jedoch bei Programmentscheidungen nicht die Wahlmöglichkeit zwischen einem Handlungsprogramm mit etwas mehr Rentabilität gegenüber einem solchen mit höherer Zahlungsfähigkeit. Vielmehr ist das Gewinnstreben oberstes Ziel und die Liquidität muß stets gewahrt sein, jedoch nur soweit, " daß sie sich dem Gewinnstreben

---

1 Vgl. Rieger, W., a.a.O., S. 264; Katona, G., Das Verhalten der Verbraucher und Unternehmer, Tübingen 1960, S. 264.

2 Auf diese Möglichkeit weist insbesondere Düchting hin, indem er feststellt: "Zur Lösung dieser Konfliktsituation zwischen Liquiditätssicherung und Gewinnstreben ist im Sinne der Nutzenmaximierung ein Kompromiß zu finden ... Die Liquiditätssicherung könnte auf diesem Wege als Zielvariable in einer multivariablen Zielfunktion Berücksichtigung finden" ; Düchting, H., Liquidität und unternehmerische Entscheidungsmodelle, Diss. München 1965, S. 49.

nicht mindernd in den Weg stellt".[1] Da die Zahlungsfähigkeit zwar gewährleistet sein muß, eine Zahlungssicherung über dieses Maß hinaus jedoch nicht erfolgen soll, ist das Streben nach Liquidität im Zielsystem der Kreditbank in Form einer Nebenbedingung zu berücksichtigen.[2]

Trotz umfangreicher Diskussionen des Sicherheitsproblems ist nur selten Sicherheit als Ziel der Unternehmung definiert worden. Auch sucht man vergeblich "nach einer begründeten Antwort auf die Frage, ob Sicherheit überhaupt als eigenständiges Ziel von Unternehmungen aufgefaßt werden darf und wo dessen Platz in der Skala ökonomischer Leistungs- und Erfolgsziele gegebenenfalls zu suchen ist".[3] Dies gilt in besonderem Maße für die Behandlung des Sicherheitsproblems in der bankbetrieblichen Literatur.

Da bei Unsicherheit der Daten jede Handlungsalternative durch mehrere mögliche Gewinnwerte gekennzeichnet ist und damit ein Risiko beinhaltet, ist eine Vielzahl von Entscheidungen mit einer Verlustmöglichkeit verbunden. Treten diese Verluste in erheblichem Umfange tatsächlich ein, dann kann der Bestand der Unternehmung gefährdet sein. Unter dem Streben

---

1 Rieger, W., a.a.O., S. 264.

2 Die Erweiterung des Liquiditätsbegriffs durch E. Schneider, daß ein Kreditinstitut nicht nur in der Lage sein muß, den bestehenden Zahlungsverpflichtungen nachkommen zu können, sondern darüber hinaus auch noch weitere Zahlungsverpflichtungen zu begründen, z. B. weitere Kreditwünsche erfüllen zu können, steht einer operationalen Formulierung dieses Zieles entgegen; vgl. Schneider, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie, III. Teil: Geld, Kredit, Volkseinkommen und Beschäftigung, 10. Aufl., Tübingen 1967, S. 28; wie E. Schneider auch Schrom, F., Die Wesensbestimmung der bankbetrieblichen Liquidität und die Liquiditätsnormen im KWG, Diss. München 1963, S. 5.

3 Schroer, H.-O., Sicherheit als Gegenstand der Unternehmenspolitik, Tübingen 1969, S. 2.

nach Sicherheit werden daher in der betriebswirtschaftlichen Literatur von zahlreichen Autoren alle Maßnahmen zur Existenzsicherung der Unternehmung verstanden. So stellt z. B. Albach fest: "Aufrechterhaltung der Sicherheit des Unternehmens bedeutet ... Schutz vor allen die Existenz bedrohenden Gefahren"[1], wobei das Sicherheitsstreben dann befriedigt ist, "wenn während des Planungszeitraums alle Gefahren für seinen Bestand abgewendet oder abgefangen werden können."[2]

Bei der näheren Konkretisierung des Zieles der Unternehmenssicherung lassen sich allerdings erhebliche Unterschiede in der Auffassung darüber feststellen, wann die Erhaltung der Unternehmung gegeben ist. Es kann an dieser Stelle nicht auf die vielfältigen Vorstellungen zur Kapital- oder zur Substanzerhaltung eingegangen werden. Einigkeit besteht in der Literatur trotz der Vielzahl der möglichen Erhaltungsmaßstäbe aber jedenfalls darin, daß die Berücksichtigung des Zieles der Unternehmenserhaltung in einem Entscheidungsmodell auf Schwierigkeiten stößt.[3] Eine Möglichkeit der begrifflichen Präzisierung und operationalen Formulierung des Strebens nach Sicherheit bieten jedoch die juristischen Konkursgründe.[4]

Die Eröffnung des Konkurses und das damit verbundene Ausscheiden der Unternehmung aus dem Markt erfolgt bei der Kapitalgesellschaft aufgrund einer Überschul-

---

1 Albach, H., Rentabilität und Sicherheit als Kriterien betrieblicher Investitionsentscheidungen, in: ZfB, 30. Jg. (1960), S. 587.

2 Ebenda.

3 Vgl. die Diskussion bei Heinen, E., Das Zielsystem der Unternehmung, a.a.O., S. 70 ff. und Albach, H., Rentabilität und Sicherheit betrieblicher Investitionsentscheidungen, a.a.O., S. 587 f.

4 Dieses Vorgehen findet sich bei Deppe, H.-D., Über Ziele und Problemstellungen theoretisch-deduktiver Analysen einzelner Kreditinstitute, a.a.O., S. 616; Schlüter, J.R., a.a.O., S. 3; Haneke, W., Die Bestimmung der optimalen Unternehmungsweise und deren Bedeutung für die Unternehmungsbewertung, Diss. Münster 1969, S. 52.

dung, wenn also die Verbindlichkeiten die Vermögenswerte übersteigen. Eine solche Situation tritt dann ein, wenn die Verluste das Eigenkapital der Unternehmung aufgezehrt haben. Das Streben nach Sicherheit beinhaltet damit die Forderung, daß die Verbindlichkeiten stets kleiner als die Vermögenswerte sein müssen, d. h. daß das Eigenkapital der Bank stets einen positiven Wert annehmen muß. Das Eigenkapital der Bank bietet sich daher als Bezugsgröße des bankbetrieblichen Sicherheitsstrebens an.

In einem geschlossenen Entscheidungsmodell ist daher die Zuordnung der bankbetrieblichen Zielgrößen Rentabilität, Liquidität und Sicherheit so vorzunehmen, daß die Gewinnmaximierung als oberste Zielsetzung verfolgt wird, während das Streben nach Liquidität und Sicherheit in Nebenbedingungen aufgenommen wird.

2. Offene Modelle des Entscheidungsverhaltens

Die traditionelle Entscheidungstheorie erfuhr einen grundlegenden Wandel durch die Arbeiten von Simon.[1] Simon geht von der beschränkten Rationalität des Entscheidungsverhaltens aus, weil ein Entscheidungsträger entweder die gewinnmaximale Handlungsweise nicht ermitteln kann oder nicht ermitteln will. Er vertritt die Ansicht, daß ein Wirtschaftssubjekt in einer bestimmten Situation nicht alle Alternativen kennen kann oder von einem bestimmten Punkt an bewußt keine zusätzliche Informationsgewinnung betreibt, die zu einer besseren Lösung führen könnte. Dann aber ist die optimale der alternativen Handlungsmöglichkeiten nicht zu bestimmen.

---

1 Simon, H.A., Administrative Behavior, 2. Aufl., New York - London 1957, S. 241 ff.; derselbe, Theories of Decision Making in Economics and Behavioral Science, a.a.O., S. 300 ff.; vgl. March, J.G./Simon, H.A., Organizations, New York - London 1958, S. 140 f.

Im Hinblick auf den geforderten Zielerfüllungsgrad können daher Ideal- und Realziele unterschieden werden.[1] Wird - wie in den geschlossenen Modellen des Entscheidungsverhaltens - diejenige Handlungsalternative gesucht, die zu einem Extremwert der Zielgrößen führt, so liegt die Verfolgung eines Idealzieles vor. Bei den offenen Modellen wird dagegen ein Realziel angestrebt, da nicht der Extremwert einer Zielgröße verwirklicht werden soll, sondern das Entscheidungssubjekt die Suche nach einer Lösung abbricht, "wenn die Zielerreichung einen bestimmten, als befriedigend angesehenen Wert erreicht oder übersteigt".[2]

Im Anschluß an Simon geht auch die neuere Organisationstheorie davon aus, daß Zielsetzung in betriebswirtschaftlichen Modellen nicht zwangsläufig die Gewinnmaximierung zu sein braucht. Sie gibt die Prämissen der klassischen Modellbildung auf, wonach ein einziger Entscheidungsträger in der Unternehmensleitung fungiert und eine passive Organisation gegeben ist, in der alle Produktionsfaktoren sich im Sinne des Entscheidungsträgers verhalten. Damit aber tritt das Problem der Koordination des Entscheidungsprozesses auf. So stellt auch Kolbeck für den Bereich des Bankbetriebes zutreffend fest, "daß Entscheidungen nicht nur von der obersten Führungsspitze, sondern auch im betrieblichen Mittel- und Unterbau zu fällen sind und der Koordinierung bedürfen. Daher erscheint die Vermutung berechtigt, daß die interne Unternehmensorganisation bei den meisten - wenn nicht bei allen - Universalbanken für die Festlegung ihrer obersten Zielsetzung Bedeutung besitzt".[3] Das Pro-

---

1 Vgl. Adam, D., Koordinationsprobleme bei denzentralen Entscheidungen, in: ZfB, 39. Jg. (1969), S. 620 ff.
2 Heinen, E., Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden 1968, S. 100.
3 Kolbeck, R., a.a.O., S. 80.

blem läßt sich bei der Annahme eines Realzieles ungleich leichter lösen als bei der Verfolgung des Idealzieles der Gewinnmaximierung.[1]

Geht man von einem offenen Modell des Entscheidungsverhaltens aus, dann sind die Ziele "nicht mehr fixiert, sondern schwanken nach einem bestimmten Anspruchsniveau. Dieses Anspruchsniveau wiederum hängt von der Umweltsituation und den stattfindenden Lernprozessen ab. Schließlich verzichtet man auf eine vollständige Formulierung der Alternativen ebenso wie auf die Maximierung der Ziele. Der Entscheidungsträger sucht nach Maßnahmen bzw. Alternativen, die sein Anspruchsniveau "befriedigen". Hierzu zählen insbesondere die sukzessiven Entscheidungsprozesse".[2] In den offenen Modellen des Entscheidungsverhaltens wird der Entscheidungsprozeß als ein zirkularer Suchprozeß aufgefaßt, in dem eine ständige Abfolge von Informationen und Rückinformationen über Zielsetzung, Mittelwahl und Zielerreichung erfolgt.[3] Infolge dieses flexiblen Systems aber können die offenen Modelle des Entscheidungsverhaltens dem Unsicherheitsproblem besser gerecht werden.

Die vorliegende Untersuchung soll einen Beitrag zur Lösung des Problems der Planung von Entscheidungen im finanziellen Bereich des Bankbetriebs leisten.

---

1 Vgl. Adam, D., Koordinationsprobleme bei dezentralen Entscheidungen, a.a.O., S. 620 ff.

2 Heinen, E., Betriebswirtschaftslehre heute, a.a.O., S. 8.

3 Zum Zielsystem in offenen Modellen des Entscheidungsverhaltens vgl. auch die Aussage von Kirsch: "Das Individuum steht vor dem Problem, die einzelnen Ziele gegeneinander abzuwägen und Prioritäten festzulegen. Dazu muß keine Nutzenfunktion herangezogen werden. Vielmehr gibt eine Dringlichkeitsordnung der Ziele an, bei welchen Zielen das Individuum am ehesten bereit ist, seine Ansprüche zu senken und auf deren Erfüllung zu verzichten. Diese Dringlichkeitsordnung muß nicht "vollständig" formuliert und während des Entscheidungsprozesses stabil sein"; Kirsch, W., Entscheidungsprozesse, Bd. I, a.a.O., S. 115 ("Dringlichkeitsordnung" im Original hervorgehoben).

Die Planungsprobleme werden unter dem besonderen Aspekt betrachtet, daß wirtschaftliche Größen der Zukunft im Regelfall nicht mit Sicherheit bekannt sind, sondern sich über sie nur eine bestimmte unsichere Vorstellung gewinnen läßt. Dabei kommt den Einzelentscheidungen weniger Bedeutung zu, weil sich als zentrales Anliegen einer entscheidungsorientierten Bankbetriebslehre die Planung von Handlungsprogrammen darstellt. Die Probleme der Programmplanung sind zunächst in einem geschlossenen Modell des Entscheidungsverhaltens zu analysieren. Hierbei ist zu klären, welche Anforderungen an eine rationale Entscheidung unter Unsicherheit zu stellen sind; das abgeleitete Entscheidungskriterium ist anschließend auf die Planung des Wertpapierportefeuilles und des Kreditvolumens anzuwenden. Die kritische Analyse der Ansätze zur Bestimmung der Barreserve und zu einer bankbetrieblichen Gesamtplanung führt zu der Frage, ob eine befriedigende Lösung des Planungsproblems in einem offenen Modell des Entscheidungsverhaltens gefunden werden kann. Ziel dieser Arbeit ist daher die Entwicklung eines simulativen Ansatzes, der geeignet erscheint, die Programmplanung im finanziellen Bereich des Bankbetriebs dem komplexen, realen System entsprechend vorzunehmen.

Kapitel A: BANKBETRIEBLICHE PROGRAMMPLANUNG UNTER UNSICHERHEIT IN EINEM GESCHLOSSENEN MODELL DES ENTSCHEIDUNGSVERHALTENS

I. Der Einfluß der Unsicherheit auf den bankbetrieblichen Entscheidungsprozeß

Bei vollkommener Voraussicht kann den einzelnen Handlungsmöglichkeiten ein einziger Zielerreichungsgrad, d. h. ein einziger Gewinnwert, zugeordnet werden. Bei Unsicherheit dagegen bestehen für eine Handlungsalternative mehrere mögliche Gewinnwerte, so daß der Gewinn einer jeden Handlungsalternative eine Zufallsvariable ist.

Das Wesen der Entscheidungssituation unter Ungewißheit läßt sich an der folgenden Matrix aufzeigen[1]:

Aktion	Umweltsituation				
	z_1		z_j		z_m
a_1	x_{11}	...	x_{1j}	...	x_{1m}
⋮	⋮		⋮		⋮
a_i	x_{i1}	...	x_{ij}	...	x_{im}
⋮	⋮		⋮		⋮
a_n	x_{n1}	...	x_{nj}	...	x_{nm}

Der Aktionsparameter A des Bankleiters kann die Werte $a_1, a_2, \ldots, a_n$ (Alternativen) annehmen. X ist die Menge der Gewinnwerte. Die Menge der Umweltsituationen oder Zukunftslagen ist Z, die durch z_1, z_2, ..., z_m wiedergegeben wird. Die Umweltsituation z_j wird mit der Wahrscheinlichkeit p_j erwartet; diese gibt zugleich

1 Vgl. Heinen, E., Das Zielsystem der Unternehmung, a.a.O., S. 164.

die Wahrscheinlichkeit dafür an, daß der entsprechende Gewinnwert x_{ij} der Handlungsalternative a_i erzielt wird.

Das Problem besteht nunmehr darin, ein Auswahlkriterium abzuleiten, um aus der Menge der Wahrscheinlichkeitsverteilungen die für den Entscheidungsträger optimale Handlungsalternative auszuwählen.

1. Das Risikonutzenprinzip als rationales Entscheidungskriterium

a) Die Grundlagen des Risikonutzenprinzips

Damit überhaupt eine rationale Entscheidung gefällt werden kann, ist eine Präferenzordnung über der Menge von Wahrscheinlichkeitsverteilungen erforderlich. Die Präferenz- oder Wertordnung eines Entscheidungsträgers kann sowohl für den Fall der Sicherheit als auch für den hier interessierenden Fall der Unsicherheit durch eine Nutzenfunktion abgebildet werden.[1] Die Nutzenkonzeption in Unsicherheitssituationen geht zwar bereits auf Daniel Bernoulli[2] zurück, doch gelang dieser Theorie erst durch die Arbeiten von v. Neumann und Morgenstern[3] der Durchbruch und sie wird heute "als das rationale Entscheidungsprinzip"[4] unter Unsicherheit angesehen. Daß sich diese Theorie erst in den letzten Jahren durchzusetzen vermochte, ist zum großen Teil auf eine Begriffsverwirrung zurückzuführen.

---

1 Vgl. Kirsch, W., Entscheidungsprozesse, Bd. I, a.a.O., S. 30 ff.

2 Bernoulli, D., Specimen Theoriae novae de Mensura Sortis, in: Commentarii Academicae Scientiarum Imperialis Petropolitanae, 5. Jg. (1738), S. 175 ff.; eine leicht zugängliche Übersetzung findet sich in: Econometrica, Vol. 22 (1954), S. 23 ff.

3 Neumann, J. von/Morgenstern, O., Spieltheorie und wirtschaftliches Verhalten, 2. unv. Aufl., Würzburg 1967.

4 Schneeweiß, H., Entscheidungskriterien bei Risiko, Berlin - Heidelberg - New York 1967, S. 3 ("daß" im Original kursiv).

Die Nutzenkonzeption war in der Wirtschaftstheorie im Hinblick auf die kardinale oder ordinale Meßbarkeit des Nutzens lange umstritten, bis gezeigt werden konnte, daß für rationale Entscheidungen unter Sicherheit nur eine ordinale Präferenzskala erforderlich ist. "Da die Wirtschaftstheorie sich bisher weitgehend mit solchen Entscheidungen (unter Sicherheit) befaßt hat, herrscht bei ihr die Auffassung von ordinalem Nutzen vor".[1] Wie von Neumann und Morgenstern abgeleitet haben, wird für rationale Entscheidungen unter Unsicherheit aber eine kardinale Präferenzskala benötigt. Der Nutzen im Sinne von Neumanns und Morgensterns ist jedoch nicht mit dem in der ökonomischen Theorie äußerst umstrittenen Begriff des "Güternutzens" zu verwechseln[2]; denn die von Neumann-Morgenstern-Nutzenkonzeption ist kein Wiederaufleben der in der Nationalökonomie abgelösten kardinalen Nutzentheorie. Diese betrachtete den kardinalen Nutzen, der bis auf eine positive lineare Transformation meßbar ist, als eine Gütermenge. Der von Neumann-Morgenstern-Nutzen, ebenfalls bis auf eine positive lineare Transformation meßbar, ist jedoch kein kardinaler Güternutzen; der Risikonutzen kann allein zur Bestimmung von Präferenzen in Unsicherheitssituationen verwendet werden. "The common property of the two utilities - uniqueness up to a positive linear transformation - is merely a mathematical fact for cardinal measures and cannot be used to conclude that the two concepts of utility are the same".[3]

---

1 Krelle, W./Coenen, D., Präferenz- und Entscheidungstheorie, Tübingen 1968, S. 10.

2 Luce, R.D./Raiffa, H., a.a.O., S. 12, stellen zu Recht fest: "It is, perhaps, unfortunate that von Neumann and Morgenstern employed this particular word for the concept they created-unfortunate because there have been so many past uses and misuses of various concepts called utility that many people view anything involving that word with a jaundiced eye, and because others insist on reading into the modern concept meanings from the past."

3 Naylor, T.H./Vernon, J.M., Microeconomics and Decision Models of the Firm, New York - Chicago - San Francisco - Atlanta 1969, S. 309.

Präferenzordnungen, die eine eindeutige rationale Entscheidung unter Unsicherheit erlauben, sind hiernach als rational anzusehen, wenn sie auf den folgenden Axiomen beruhen[1]:

Das ordinale Axiom

a) Für eindeutige Ergebnisse gilt[2]:

(1) $x_i \succ x_j$, $x_j \succ x_i$ oder $x_i \sim x_j$

(2) wenn $x_i \succsim x_j$ und $x_j \succsim x_k$, dann gilt auch $x_i \succsim x_k$.

b) Für Wahrscheinlichkeitsverteilungen gilt:

(1) $w_i \succ w_j$, $w_j \succ w_i$ oder $w_i \sim w_j$

(2) wenn $w_i \succsim w_j$ und $w_j \succsim w_k$, dann gilt auch $w_i \succsim w_k$.

Das ordinale Axiom erfordert daher eine uneingeschränkte Vergleichbarkeit der Alternativen und eine durchgehende Transitivität der Präferenzordnung.

---

1 In der Literatur findet sich eine Vielzahl von Axiomensystemen, die z.T. sehr einfach formuliert, z.T. aber auch recht differenziert dargestellt sind, die aber alle im wesentlichen die gleichen Aussagen enthalten; vgl. etwa Neumann, J. von/Morgenstern, O., a.a.O., S. 15 ff.; Borch, K.H., Wirtschaftliches Verhalten bei Unsicherheit, Wien und München 1969, S. 42 ff.; Kirsch, W., Entscheidungsprozesse, Bd. I, a.a.O., S. 36 ff.; Schneeweiß, H., Entscheidungskriterien bei Risiko, a.a.O., S. 73 ff.; Schneider, D., Investition und Finanzierung, a.a.O., S. 92 ff.; Krelle, W./Coenen, D.,a.a.O., S. 123 ff.; die Darstellung schließt sich im folgenden dem Axiomensystem von Luce, R.D./Raiffa, H., a.a.O., S. 23 ff. an.

2 Die Präferenzrelationen a$\succ$b bzw. a$\sim$c zeigen an, daß der Entscheidungsträger a vor b präferiert bzw. zwischen a und c indifferent ist.

Das Reduktionsaxiom

Für jede zusammengesetzte Wahrscheinlichkeitsverteilung gibt es eine einfache Wahrscheinlichkeitsverteilung, die vom Entscheidungssubjekt gleichgeschätzt wird:

$$(q_1 w^{(1)}, q_2 w^{(2)}, \ldots, q_m w^{(m)}) \sim (p_1 x_1, p_2 x_2, \ldots, p_n x_n) .$$

Dabei gilt:

$$w^{(i)} = (p_1^{(i)} x_1, p_2^{(i)} x_2, \ldots, p_n^{(i)} x_n) \quad (\text{für } i=1,\ldots,m)$$

und

$$p_i = q_1 p_i^{(1)} + q_2 p_i^{(2)} + \ldots + q_m p_i^{(m)} .$$

Das Stetigkeitsaxiom

Jeder sichere Gewinn x_i wird einer Wahrscheinlichkeitsverteilung gleichgeschätzt, die nur zwei Gewinnwerte umfaßt, x_1 als den am höchsten präferierten Gewinnwert und x_n als den am geringsten präferierten Gewinnwert. Es gibt dann eine Präferenzwahrscheinlichkeit u_i, bei der

$$\tilde{x}_i \sim [\bar{u}_i x_1, 0x_2, 0x_3, \ldots, (1-u_i)x_n]$$

bzw.

$$\tilde{x}_i \sim [\bar{u}_i x_1, (1-u_i)\, x_n] = x_i$$

gilt.

Sind x_1 und x_n Gewinnchancen und ist $x_1 \rangle x_i \rangle x_n$, dann wird das Entscheidungssubjekt die Gewinnchancen, d. h. die Wahrscheinlichkeitsverteilung, dem sicheren Gewinn x_i vorziehen, wenn u_i nahe bei 1 liegt und umgekehrt, wenn u_i dicht bei 0 liegt. Strebt daher u_i von 1 gegen 0, dann wird sich folglich die Präferenz von der Wahrscheinlichkeitsverteilung auf den sicheren Gewinn verlagern. Bei einem bestimmten u_i besteht Indifferenz. Für eine Wahrscheinlichkeitsverteilung zwischen zwei Gewinnchancen läßt sich damit ein Sicherheitsäquivalent ableiten. Präferenzwahrscheinlichkeit bzw. Sicherheitsäquivalent legen daher die Risikoneigung des Entscheidungsträgers fest.

Das Substitutionsaxiom

In jeder Wahrscheinlichkeitsverteilung kann x_i durch $\tilde{x}_i$ ersetzt werden. Zwei Wahrscheinlichkeitsverteilungen werden also gleichgeschätzt:

$$(p_1x_1,\ldots,p_ix_i,\ldots,p_nx_n)\sim(p_1x_1,\ldots,p_i\tilde{x}_i,\ldots,p_nx_n) \quad .$$

Nach dem Stetigkeitsaxiom kann ein (sicherer) Gewinn x_i durch eine indifferente Wahrscheinlichkeitsverteilung $\tilde{x}_i$ ersetzt werden; nach dem Substitutionsaxiom ist es zulässig, x_i in einer Wahrscheinlichkeitsverteilung durch $\tilde{x}_i$ zu ersetzen. Wird jedes x_i durch $\tilde{x}_i$ ersetzt, dann erhält man

$$(p_1x_1,\ldots,p_ix_i,\ldots,p_nx_n)\sim(p_1\tilde{x}_1,\ldots,p_i\tilde{x}_i,\ldots,p_n\tilde{x}_n) \quad .$$

Nach dem Reduktionsaxiom gilt dann

$$(p_1x_1,\ldots,p_ix_i,\ldots,p_nx_n)\sim(p_1x_1,(1-p)x_n)$$

für

$$p = p_1u_1+\ldots,+\ p_nu_n \quad .$$

Das Monotonieaxiom

Das Entscheidungssubjekt zieht eine Wahrscheinlichkeitsverteilung $[\bar{p}x_1, (1-p)x_n]$ einer Wahrscheinlichkeitsverteilung $[\bar{p}x_1, (1-p')x_n]$ vor oder ist indifferent, wenn $p \geq p'$. Von zwei Wahrscheinlichkeitsverteilungen, die beide den am höchsten und am wenigsten präferierten Gewinnwert enthalten, wird diejenige vorgezogen, bei der die Wahrscheinlichkeit für den Eintritt des am meisten präferierten Gewinnwertes höher ist.

Eine Präferenzordnung über die Menge von Wahrscheinlichkeitsverteilungen, die mit den genannten Axiomen konsistent ist, kann durch eine Nutzenfunktion

$$u(X) = E[\bar{u}(x_i)]$$

repräsentiert werden. Der Nutzen u (X) einer gesamten Wahrscheinlichkeitsverteilung ist somit gleich dem Erwartungswert des Nutzens der einzelnen Gewinnwerte x_i. Bernoulli zeigte an dem sog. Petersburger Paradoxon, daß der Nutzen einer Wahrscheinlichkeitsverteilung nicht durch den Erwartungswert der Verteilung (expected value), sondern den Erwartungswert des Nutzens der einzelnen Gewinnwerte (expected

utility) bestimmt wird.[1] Da die Gewinnwerte x_i keinen sicheren Gewinn darstellen, sondern lediglich Gewinnchancen verkörpern, bezeichnet man die Nutzenfunktion auch als Risikonutzenfunktion und u(X) als Risikonutzen.

Die Axiome sagen jedoch nichts über die spezielle Gestalt der Nutzenfunktion aus, so daß "jede spezielle Form dieser Funktion ein besonderes oder persönliches Risikoverhalten zum Ausdruck bringt".[2]

---

1 Beim Petersburger Paradoxon wird von folgendem Spiel ausgegangen: es sei angenommen, eine ideale Münze werde so oft geworfen, bis zum erstenmal "Zahl" auftritt. Erscheint "Zahl" beim ersten Wurf, dann erhalte man den Betrag von a DM, kommt "Zahl" erst beim zweiten Wurf, dann erhalte man a^2 DM, beim dritten Wurf a^3 DM etc. Die Wahrscheinlichkeit, daß "Zahl" beim ersten, zweiten, dritten Wurf etc. eintritt, ist 1/2, 1/4, 1/8 etc. Der Erwartungswert des Gewinns dieses Spiels ist damit

$$E = a\,(1/2)+a^2(1/4)+\ldots+a^n(1/2n)= \sum_{i=1}^{n} a_i(1/2i)=\infty$$

Da der Erwartungswert des Gewinns unendlich ist, müßte man bereit sein, in diesem Spiel jeden beliebig hohen Einsatz zu setzen. Jedoch ist offensichtlich, daß niemand bereit sein wird, das Risiko einzugehen, auch nur einen halbwegs hohen Einsatz zu wagen. Bernoulli löste dieses Paradoxon, indem er zeigte, daß nicht der Erwartungswert des Spielgewinns, sondern der Erwartungswert des Nutzens des Spielgewinns den Wert und den Einsatz in diesem Spiel bestimmt. Damit dieses Spiel überhaupt akzeptiert wird, muß der Risikonutzen einen endlichen Wert annehmen; vgl. hierzu auch Menger, K., Das Unsicherheitsmoment in der Wertlehre: Betrachtungen im Anschluß an das sogenannte Petersburger Spiel, in: Zeitschrift für Nationalökonomie, Bd. 5 (1934), S. 459 ff.

2 Borch, K.H., a.a.O., S. 60.

Bei einer Entscheidung zwischen verschiedenen Wahrscheinlichkeitsverteilungen ist diejenige Alternative zu wählen, die durch den höchsten Erwartungswert des Risikonutzens gekennzeichnet ist.[1]

b) Die Anwendung des Risikonutzenprinzips auf bankbetriebliche Entscheidungsprobleme

1) Die bankbetriebliche Risikoneigung bei Programmentscheidungen

Beim Vorliegen einer explizit formulierten Risikonutzenfunktion läßt sich die optimale Handlungsalternative relativ einfach ableiten. Da sich die Form der Risikonutzenfunktion aber nicht zwangsläufig aus den Axiomen rationalen Verhaltens unter Unsicherheit ergibt, ist der Frage nachzugehen, ob eine bestimmte Form der Risikoneigung und damit der Risikonutzenfunktion für den Entscheidungsprozeß im Bankbetrieb plausibel erscheint. Die Risikoeinstellung kann grundsätzlich in einem risikoindifferenten, risikozugeneigten oder risikoabgeneigten Verhalten bestehen.

---

1 Wenn auch die Schwierigkeiten bei der Anwendung der Theorie des Risikonutzens in der Bankpraxis nicht verkannt werden sollen, so erscheint doch die Ansicht von Wächtershäuser unzutreffend, der zwar feststellt: "Allein die Nutzenkonzeption liefert hier theoretisch einwandfreie Ergebnisse", aber zugleich die mangelnde Praktikabilität hervorhebt, wenn er behauptet, daß "die praktische Anwendung nahezu unüberwindliche Schwierigkeiten mit sich bringt."; Wächtershäuser, M., a.a.O., S. 326; zur Ableitung der Risikoneigung eines Entscheidungsträgers vgl. etwa Schneider, D., Investition und Finanzierung, a.a.O., S. 104 ff.

Zwar kann bei Einzelentscheidungen im Bankbetrieb nicht grundsätzlich von einer Risikoabneigung ausgegangen werden. Wenn kein Bezug zur Gesamtplanung des Bankgeschäfts aufgestellt wird, kann ohne weiteres eine Entscheidung für den Erwerb eines höchst spekulativen Wertpapiers fallen, bei dem die Wahrscheinlichkeit eines vollständigen Kapitalverlustes sehr hoch ist, die Möglichkeit eines außergewöhnlichen Gewinnes aber durchaus für glaubwürdig erachtet wird. Bei Programmentscheidungen aber muß ein solches Verhalten ausgeschlossen werden. Denn während bei Einzelentscheidungen der Verlust des eingesetzten Kapitals akzeptiert wird, zeichnen sich Programmentscheidungen im Bankbetrieb gerade dadurch aus, daß Verluste vermieden werden sollen. "Die Banken sind nämlich im Interesse ihres Solvenzbildes bestrebt, jeder erkennbaren Verlustgefahr möglichst aus dem Wege zu gehen".[1] So stellt auch Krümmel[2] zur Risikoneigung im Bankbetrieb zutreffend fest[3]: "Zunächst ist für Banken charakteristisch, daß sie sich risikoavers verhalten. Risikoaversion ist sogar ein ausgeprägter Zug des Bankwesens ... Deshalb muß die Zielfunktion eines Entscheidungsmodells für Banken risikoaverses Entscheidungsverhalten beschreiben."

---

1 Wächtershäuser, M., a.a.O., S. 67.

2 Krümmel, H.-J., Liquiditätssicherung im Bankwesen, Teil II: Liquiditätssicherung als Teil der Unternehmenspolitik der Banken, in: Kredit und Kapital, 2. Jg. (1969), S. 72.

3 Das risikoaverse Verhalten des Entscheidungsträgers im Bankbetrieb wird auch von Kane und Malkiel betont, wenn sie feststellen: "Since bankers are characterized as notorious risk-averters, additional risk must be compensated by larger expected profits to keep utility constant", Kane, E.J./Malkiel, B.G., Bank Portfolio Allocation, Deposit Variability and the Availability Doctrine, in:QJoE, Vol. 79 (1965), S. 116.

Das risikoaverse Verhalten zwingt die Bankleitung dazu, durch Anwendung der Prinzipien der Risikopolitik eine Verringerung des Risikos zu erreichen. In der Bankpraxis erfolgt daher im Kredit-, Wertpapier- und Einlagengeschäft eine Risikostreuung; es wird ferner eine Risikokompensation, z. B. durch den Abschluß von Hedge-Geschäften, vorgenommen und eine Risikoabwälzung durchgeführt, wie etwa durch die Vornahme von Kreditversicherungen.

2) Die Ableitung einer banktypischen Risikonutzenfunktion

Die Risikoneigung des Entscheidungsträgers, für die im Bankbetrieb bei Programmentscheidungen Risikoabneigung festgestellt wurde, läßt sich mit Hilfe des Begriffs des Sicherheitsäquivalents näher charakterisieren. Unter dem Sicherheitsäquivalent einer durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung des Ergebnisses gekennzeichnete Alternative versteht man dasjenige sichere Ergebnis S, dessen Nutzen dem Nutzen der Alternative gleich ist, so daß

$$u(S) = E[\bar{u}(x)]$$

gilt.[1]

---

1 Vgl. dazu S. 32 dieser Arbeit.

Risikoindifferentes Verhalten, Risikoabneigung und Risikofreude können unter Anwendung des Sicherheitsäquivalents in der folgenden Weise festgelegt werden[1]:

Risikoneutralität ist durch die Gleichheit von Sicherheitsäquivalent und Erwartungswert der Wahrscheinlichkeitsverteilung gekennzeichnet. Besteht eine Wahrscheinlichkeitsverteilung lediglich aus zwei Werten, so liegt risikoindifferentes Verhalten dann vor, wenn eine erste Alternative mit z. B. einer 50 : 50 Gewinnchance auf $x_1 = 100$ bzw. $x_n = 0$ gleichgeschätzt wird einer zweiten Alternative mit einem sicheren Gewinn von S = 50. Allgemein gilt daher für den Fall der Risikoneutralität die Beziehung

$$S = \sum_{i=1}^{n} x_i w_i = \mu_x$$

Daraus folgt, daß die Risikonutzenfunktion bei einer solchen Risikoeinstellung wie in Abb. 1 durch eine Gerade dargestellt wird.

---

1 Vgl. zum folgenden vor allem Friedman, M./Savage, L.J., The Utility Analysis of Choices Involving Risk, in: The Journal of Political Economy, Vol. 56 (1948), S. 279 ff.; wiederabgedruckt in: Readings in Price Theory, London 1953, S. 57 ff.; Blohm, H./Lüder, K., Investition, 2., neub. Aufl., München 1972, S. 123 ff.; Hax, H., Investitionstheorie, 2. durchges. Aufl., Würzburg - Wien 1972, S. 107.

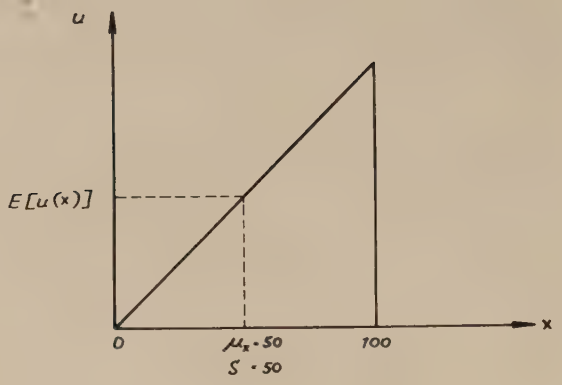

Abb. 1: Risikonutzenfunktion bei Risikoneutralität

Risikoaversion ist gegeben, wenn das Sicherheitsäquivalent geringer ist als der Erwartungswert, wenn also

$$S < \sum_{i=1}^{n} x_i w_i = \mu_x$$

gilt. Die durch die Wahrscheinlichkeitsverteilung gekennzeichnete Alternative mit dem Erwartungswert von 50 wird in ihrem Nutzen daher nur einem sicheren Gewinn von z. B. S = 30 gleichgeschätzt. Dieses Risikoverhalten wird in Abb. 2 durch eine konkave Nutzenfunktion dargestellt.

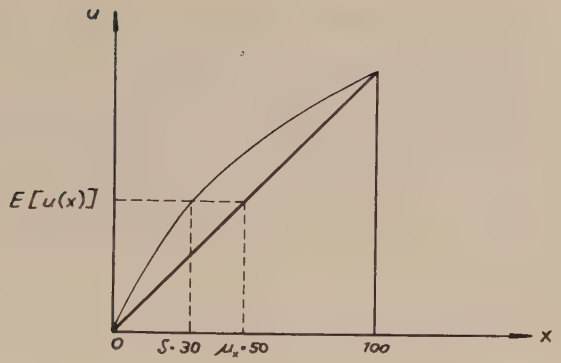

Abb. 2: Risikonutzenfunktion bei Risikoaversion

Risikosympathie liegt umgekehrt dann vor, wenn das Sicherheitsäquivalent höher als der Erwartungswert ist und damit die Beziehung

$$S > \sum_{i=1}^{n} x_i w_i = \mu_x$$

zutrifft. Einem solchen Risikoverhalten entspricht eine konvexe Risikonutzenfunktion, wie in Abb. 3 ersichtlich wird.

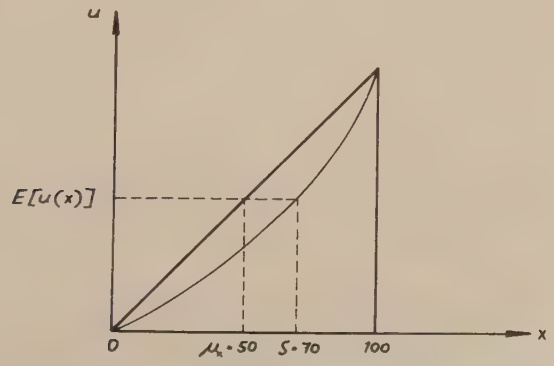

Abb. 3: Risikonutzenfunktion bei Risikosympathie

Das für den Bankbetrieb abgeleitete risikoaverse Verhalten wird von einer Risikonutzenfunktion beschrieben, die einen konkaven Verlauf aufweist; zudem erreicht diese Funktion ihr Maximum bereits bei endlichen Gewinnwerten, was sich aus der Analyse des Petersburger Paradoxon ableiten läßt.[1] Als eine Funktion, die eine derartige Risikoneigung in guter Annäherung beschreibt, bietet sich eine quadratische Funktion der Form

$$u(x) = a_1 x - a_2 x^2 - a_o$$

an, die im (u, x)-Koordinatensystem den in Abb. 4 dargestellten Verlauf aufweist.

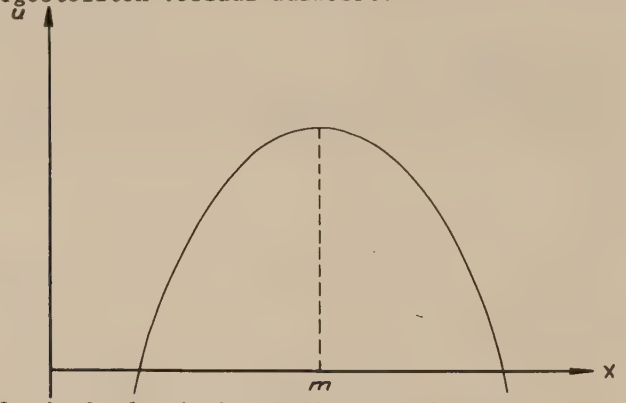

Abb. 4: Quadratische Risikonutzenfunktion

Es ist offensichtlich, daß nur der bis zum Maximum aufsteigende Parabelast ökonomisch sinnvoll ist. Zwar weisen auch Funktionen anderen Typs einen konkaven, d. h. risikoaversen Verlauf auf.[2] Jede

---

1 Vgl. dazu S. 35 dieser Arbeit.

2 So z. B. die von Bernoulli gewählte Nutzenfunktion u (X) = log x und die von Cramer verwendete Funktion u (X) = $\sqrt{x}$; vgl. Schneeweiß, H., Entscheidungskriterien bei Risiko, a.a.O., S. 66.

konkave Funktion läßt sich - hierauf weist insbesondere Markowitz[1] hin - zumindest in bestimmten Intervallen nach der Taylor-Formel aber am besten durch ein Parabelstück approximieren. Die quadratische Risikonutzenfunktion kann daher als gute Näherung an das Risikoverhalten bei Programmentscheidungen im Bankbetrieb angesehen werden.[2]

Es stellt sich jedoch die Frage, ob bei bankbetrieblichen Untersuchungen die Risikonutzenfunktion uneingeschränkt Gültigkeit hat oder ob der Anwendungsbereich bei bestimmten Entscheidungsproblemen ökonomisch einzugrenzen ist. Dem Bernoulli-Prinzip liegt u.a. das Stetigkeitsaxiom zugrunde; es setzt damit voraus, daß für jede Wahrscheinlichkeitsverteilung mit zwei möglichen Gewinnwerten ein Sicherheitsäquivalent existiert. Diese Grundannahme impliziert, daß der Entscheidungsträger bereit ist, stets einen sicheren Gewinn gegen die Chance auf einen höheren Gewinn einzutauschen, wobei die Gewinnchance jedoch mit der Möglichkeit eines niedrigeren Gewinns verbunden ist. Für Einzelentscheidungen im Bankbetrieb wird man die Gültigkeit des Stetigkeitsaxioms uneingeschränkt bejahen müssen. Bei der Auswahl des Handlungsprogramms für den gesamten Bankbetrieb ist jedoch zu berücksichtigen, daß aufgrund des Strebens

---

1 Markowitz zeigt dies an den Nutzenfunktionen
$u(X) = \ln (1+x)$
$u(X) = \sqrt{1+x}$
$u(X) = (1+x)^{1/3}$
vgl. Markowitz, H.M., Portfolio Selection, Efficient Diversification of Investments, New York - London 1959, S. 282 ff.; vgl. auch Farrar, D.E., The Investment Decision under Uncertainty, Englewood Cliffs, N.J. 1962, S. 20 ff.

2 Von einer quadratischen Nutzenfunktion im Bankbetrieb geht auch Krümmel aus; vgl. Krümmel, H.-J., Liquiditätssicherung im Bankwesen, II. Teil, a.a.O., S. 72 ff. und S. 108 ff.; Willms, M., Zinstheoretische Grundlagen der Geldpolitik, Berlin 1971, S. 59 ff.; Jarchow, H.-J., Der Bankkredit in einer Theorie der "Portfolio Selection", in: Weltwirtschaftliches Archiv, Bd. 104 (1970), S. 189 ff.

nach Sicherheit die generelle Austauschbarkeit zwischen einem sicheren Gewinn und einer Ergebnisverteilung nicht gegeben ist.[1] Denn von allen zur Wahl stehenden Handlungsprogrammen sind vom Entscheidungsträger vorweg diejenigen Alternativen auszuscheiden, die dem Streben nach Sicherheit zuwiderlaufen, weil bei deren Verwirklichung möglicherweise das Eigenkapital der Bank aufgezehrt werden kann. Wird daher eine Entscheidung über das gesamte Handlungsprogramm gesucht, dann gehen in den Entscheidungsprozeß nach dem Bernoulli-Prinzip nur die Programmalternativen ein, deren Ergebnisse unter allen denkbaren Datenkonstellationen eine vorgegebene Verlustgrenze nicht überschreiten.

---

1 Zu diesem Problem vgl. auch Mellwig, W., a.a.O., S. 125 ff.

2. Die Entscheidungskriterien auf der Basis von Verteilungsparametern

In der Theorie des Risikonutzens wird der Unsicherheit Rechnung getragen, indem von der gesamten Wahrscheinlichkeitsverteilung einer Alternative ausgegangen wird, so daß in einem sehr aufwendigen Entscheidungsprozeß alle Zukunftslagen berücksichtigt werden. In der Auseinandersetzung mit dem Unsicherheitsproblem ist daher versucht worden, Entscheidungskriterien zu entwickeln, die nicht von der gesamten Wahrscheinlichkeitsverteilung ausgehen, sondern nur von einigen Parametern der Verteilung. Die in der Literatur entwickelten Entscheidungskriterien lassen sich in Entscheidungsregeln und Entscheidungsprinzipien untergliedern.[1] Während die Entscheidungsprinzipien zunächst das Risiko einer Entscheidung aufzeigen, wird bei den Entscheidungsregeln von vornherein die optimale Alternative eindeutig bestimmt.

a) Die Bedeutung des (μ,σ)-Prinzips für die bankbetriebliche Programmplanung

Zu den Entscheidungskriterien, die zunächst allein das Risiko einer Entscheidung aufzeigen, zählt das in der Literatur häufig verwendete (μ,σ)-Prinzip. Bei diesem Prinzip wird die gesamte Wahrscheinlichkeitsverteilung auf zwei Parameter verdichtet und die aufwendige Berücksichtigung aller möglichen Ergebnisse vermieden. Der Gewinn einer Alternative wird durch den Gewinnerwartungswert beschrieben,

---

1 Diese Unterscheidung wird getroffen im Anschluß an Schneeweiß, H., Entscheidungskriterien bei Risiko, a.a.O., S. 17 und die dort angegebene Literatur.

das Risiko wird durch die Standardabweichung bzw. Varianz gekennzeichnet. Alle Handlungsalternativen werden damit durch diese beiden Parameter charakterisiert. Die Entscheidung für eine bestimmte Handlungsmöglichkeit, die sich allein am Erwartungswert und an der Standardabweichung der Wahrscheinlichkeitsverteilung ausrichtet, erfolgt dann in einem zweiten Schritt aufgrund der subjektiven Risikoneigung des Entscheidungsträgers. Insofern stellt sich die Frage, ob das vereinfachende (μ,σ)-Prinzip bei bankbetrieblichen Entscheidungsproblemen Anwendung finden kann, weil von der speziellen bankbetrieblichen Risikoaversion auszugehen ist.[1]

Eine Entscheidung allein nach dem Erwartungswert und der Streuung der Wahrscheinlichkeitsverteilung als den beiden ersten Momenten einer Verteilung setzt eine sehr spezielle Form der Risikonutzenfunktion voraus. Entscheidungen nach dem (μ,σ)-Prinzip sind

---

1 Um die Rationalität des (μ,σ)-Prinzips zu überprüfen, wird auf die Risikonutzenfunktion zurückgegriffen, und zwar auf die spezielle quadratische Form, die für die bankbetriebliche Programmplanung als zutreffend zu betrachten ist. Nach dem Bernoulli-Prinzip ist diejenige Alternative zu wählen, die den Erwartungswert des Nutzens maximiert:

$$u(X) = E\left[u(x_i)\right]$$

Für den speziellen Fall einer quadratischen Nutzenfunktion erhält man

$$u(X) = \sum_{i=1}^{n} (a_1 x_i - a_2 x_i^2 - a_o)\, p(x_i) \quad .$$

Daraus ergibt sich

$$u(X) = a_1 \sum_{i=1}^{n} x_i p(x_i) - a_2 \sum_{i=1}^{n} x_i^2 p(x_i) - a_o$$

$$u(X) = a_1 \sum_{i=1}^{n} x_i p(x_i) - a_2 \left[\sum_{i=1}^{n} x_i p_i(x_i)\right]^2$$

$$-a_2 \sum_{i=1}^{n} \left[\bar{x}_i - \sum_{i=1}^{n} x_i p_i(x_i)\right]^2 p(x_i) - a_o \quad .$$

Dieser Ausdruck ist gleichbedeutend mit

$$\psi(\mu,\sigma) = a_1\mu - a_2\mu^2 - a_2\sigma^2 - a_o;$$

vgl. Borch, K.H., a.a.O., S. 67.

nur dann rational, d. h. entsprechen den Axiomen rationalen Verhaltens unter Unsicherheit, wenn die Risikoneigung des Entscheidungsträgers durch eine quadratische Risikonutzenfunktion beschrieben werden kann. Da eine solche Risikoneigung nicht allgemein gültig ist, kann das (μ,σ)-Prinzip nicht schlechthin als rational bezeichnet werden.[1] Diese spezielle Form der Risikonutzenfunktion ist jedoch wegen der Risikoaversion als plausibel für bankbetriebliche Entscheidungsprobleme anzusehen, so daß die Anwendung des (μ,σ)-Prinzips anstelle der Nutzenfunktion als Auswahlkriterium zulässig ist.

Die Abhängigkeit des Risikonutzens von Erwartungswert und Streuung einer Wahrscheinlichkeitsverteilung wird durch die Risikopräferenzfunktion $\psi(\mu,\sigma)$ beschrieben.[2] Diese Risikopräferenzfunktion läßt sich durch eine Schar von Indifferenzkurven darstellen. Eine Indifferenzkurve beschreibt die Abhängigkeit zwischen dem Gewinnerwartungswert und dem Risiko für einen gegebenen Risikonutzen. Da risikoaverses Verhalten vorausgesetzt wurde, kann bei einem Anstieg des Risikos dieses nur dadurch ausgeglichen werden, daß zugleich auch die Gewinnerwartung zunimmt. Für die Risikopräferenzfunktion gilt - wie bereits für die Risikonutzenfunktion - die Aussage, daß nur der aufsteigende Parabelast öko-

---

1 Das (μ,σ)-Prinzip widerspricht ferner selbstverständlich dann nicht den Axiomen des Bernoulli-Prinzips, wenn die Wahrscheinlichkeitsverteilung einer Alternative eine Normalverteilung ist, da der Erwartungswert und die Varianz die beiden Parameter der Normalverteilung sind und die Normalverteilung daher durch diese beiden Momente hinreichend gekennzeichnet ist; in diesem Fall kann die Nutzenfunktion eine beliebige Gestalt annehmen. Da im folgenden eine quadratische Nutzenfunktion angenommen wird, ist die Gestalt der Wahrscheinlichkeitsverteilung nicht ausschlaggebend; vgl. Schneider, D., Investition und Finanzierung, a.a.O., S. 126.

2 Im folgenden kann daher ausgegangen werden von der Risikonutzenfunktion

$$u(x) = a_1 x - a_2 x^2 - a_0$$

oder von der zu ihr gehörenden Risikopräferenzfunktion:

$$\psi(\mu,\sigma) = a_1 \mu - a_2 \mu^2 - a_2 \sigma^2 - a_0$$

nomisch sinnvoll ist. Damit ergibt sich die in Abb. 5 erfolgte Darstellung der Risikopräferenzfunktion in Abhängigkeit von den Parametern Erwartungswert und Varianz einer Wahrscheinlichkeitsverteilung.[1]

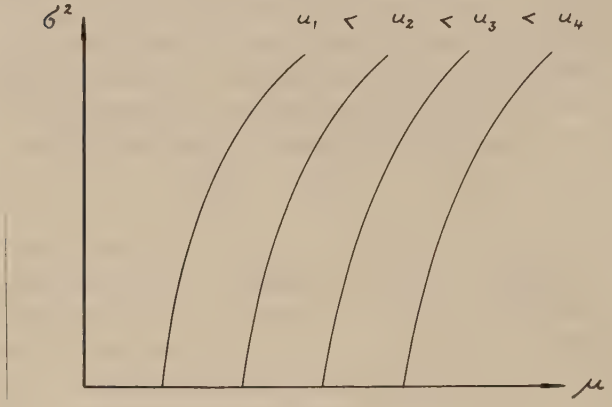

Abb. 5: Risikopräferenzfunktion bei Risikoaversion

1 Im (μ,σ)-Diagramm bilden sich die Indifferenzkurven der Risikopräferenzfunktion im Gegensatz zum (μ,σ^2)-Diagramm als Kreise ab; vgl. Bauer, K.-P., Zielfunktionen und finanzielle Nebenbedingungen in Investitionsmodellen bei Unsicherheit, Diss. Bonn 1969, S. 47 ff.

b) Die Problematik der Entscheidungsregeln auf der Grundlage von Verteilungsparametern

Die Entscheidungskriterien sind in der Mehrzahl als Entscheidungsregeln formuliert, bei denen die optimale Alternative eindeutig bestimmt wird, indem auf Parameter der Ergebnisverteilung verschiedener Handlungsalternativen zurückgegriffen wird.[1] Da diese Entscheidungsregeln bei der Lösung des Unsicherheitsproblems auch im Bankbetrieb ausführlich in der Literatur[2] diskutiert werden, sind die wesentlichen Entscheidungsregeln daraufhin zu überprüfen, ob sie der hier abgeleiteten Zielvorstellung entsprechen.[3]

Minimax- und Maximax-Kriterium

Häufige Anwendung findet das von Abraham Wald[4] entwickelte Minimax-Kriterium:

$$a_i \succ a_j, \text{ wenn } \min_k x_{ik} \geq \min_k x_{jk}$$

1 Zu den wichtigsten Entscheidungsregeln vgl. Luce, R.D./Raiffa, H., a.a.O., S. 278 ff.; Krelle, W./Coenen, O., a.a.O., S. 185 ff.; Albach, H., Wirtschaftlichkeitsrechnung bei unsicheren Erwartungen, a.a.O., S. 172 ff.

2 Eine erste Anwendung von Entscheidungsregeln auf bankbetriebliche Probleme erfolgt bei Arnold, H., a.a.O., S. 108 ff., der in seiner Untersuchung insbesondere der Frage nachgeht, ob die unterschiedlichen entscheidungstheoretischen Ansätze das Verhalten in der Praxis erklären können; vgl. ferner insbesondere Wächtershäuser, M., a.a.O., S. 276 ff.; die Diskussion der Entscheidungsregeln bei Wächtershäuser ist allerdings unbefriedigend, da eine eingehende theoretische Auseinandersetzung fehlt und an den aufgeführten Rechenbeispielen entscheidende Nachteile der Entscheidungsregeln nicht deutlich werden.

3 Die Alternativen werden mit a_i bzw. a_j, ihr Gewinnwert bei Eintritt der k-ten Umweltsituation mit x_{ik} bzw. x_{jk} bezeichnet.

4 Wald, A., Statistical Decision Functions which Minimize the Maximum Risk, in: Annals of Mathematics, Vol. 46 (1945), S. 265 ff.; derselbe, Statistical Decision Functions, New York - London 1950, S. 18.

Nach dieser Regel soll die Alternative a_i verwirklicht werden, wenn bei dieser Alternative der Gewinn in der ungünstigsten Datensituation ($\min_k x_{ik}$) größer ist als der geringste Gewinn ($\min_k x_{jk}$) bei der Alternative a_j. Der Entscheidungsträger nimmt daher an, daß - unabhängig welche Handlungsmöglichkeit er ergreift - immer die schlechteste Umweltsituation eintreten wird. Bei dieser Regel wird das Risiko eindeutig überbetont. Durch die Ausrichtung an den ungünstigsten Daten einer Handlungsalternative werden die Erfolgsbeiträge in den anderen Datensituationen nicht berücksichtigt. Diese Informationen finden überhaupt keinen Niederschlag in der Entscheidungsregel.

Das Pendant zum Minimax-Kriterium stellt das Maximax-Kriterium dar:

$$a_i \succ a_j, \text{ wenn } \max_k x_{ik} \geq \max_k x_{jk}$$

Für diese Regel gelten - mit umgekehrtem Vorzeichen - die Einwände, die gegen das Minimax-Kriterium vorgebracht wurden. Ein Risiko wird bei dieser Regel überhaupt nicht gesehen.

Pessimismus-Optimismus-Kriterium

Das Pessimismus-Optimismus-Kriterium von Hurwicz[1] versucht, die einseitige Überbetonung des Risikogesichtspunktes bzw. der Gewinnmöglichkeit durch eine Gewichtung beider Aspekte auszugleichen:

$$a_i \succ a_j, \text{ wenn } (1-\lambda) \min_k x_{ik} + \lambda \max_k x_{ik} \geq (1-\lambda) \min_k x_{jk} + \lambda \max_k x_{jk}$$

wobei $0 \leq \lambda \leq 1$ gilt.

1 Hurwicz, L., Optimal Criteria for Decision Making under Ignorance, Cowles Commission Discussion Paper, Statistics No. 370, 1951, zitiert nach Luce, D.R./ Raiffa, H., a.a.O., S. 282.

Für $\lambda = 0$ ist das Hurwicz-Kriterium mit dem Minimax-Kriterium identisch, für $\lambda = 1$ mit dem Maximax-Kriterium. Nach dem Hurwicz-Kriterium kann also nur dann eine Entscheidung für eine andere Alternative fallen, wenn für λ die Beziehung $0 < \lambda < 1$ gilt.

Keine neuen Erkenntnisse liefert das Hurwicz-Kriterium auch für den Fall, daß eine Alternative sowohl nach dem Minimax- als auch dem Maximax-Kriterium optimal ist. Da der Optimismusparameter λ eine lineare Gewichtung darstellt, kann das Hurwicz-Kriterium in diesem Fall zu keiner anderen Entscheidung führen. Auf weitere Informationen als über den schlechtesten und besten Wert wird auch hier nicht zurückgegriffen.

Minimax-Risiko-Kriterium

Das Minimax-Risiko-Kriterium oder das Kriterium des geringsten Bedauerns wurde von Savage[1] und Niehans[2] vorgeschlagen:

$$a_i \nprec a_j, \text{ wenn } \min_k (x_{ik} - \max_h x_{hk}) \geq \min_k (x_{jk} - \max_h x_{hk})$$

Nach dieser Regel soll sich der Entscheidungsträger für diejenige Alternative entscheiden, bei der das Risiko der Entscheidung minimiert wird. Unter dem Risiko wird eine hypothetische Gewinneinbuße verstanden. Dies ist die Differenz zwischen dem tatsächlichen Gewinn in einer bestimmten Datensituation bei einer Handlungsalternative und dem maximal möglichen Gewinn in dieser Situation. Die Differenz ist

---

1 Savage, L.J., The Theory of Statistical Decision, in: The Journal of the American Statistical Association, Vol. 46 (1951), S. 55 ff.

2 Niehans, J., Zur Preisbildung bei ungewissen Erwartungen, in: Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, 84. Jg.(1948), S. 433 ff.

der Ausdruck des Bedauerns, daß man nicht die optimale Strategie gewählt hat. Es wird jedoch in Frage gestellt, ob die Differenz zwischen tatsächlicher und bestmöglicher Zielerreichung eine Größe ist, die das Risiko repräsentiert.[1] Ferner wird die absolute Differenz betrachtet, nicht aber das Gewinnniveau, so daß eine Alternative mit einem Risiko von 5 bei Gewinnwerten von 1000 und 995 gleichgeschätzt wird einer anderen Alternative mit demselben Risiko bei Gewinnwerten von 30 und 25.[2] Wie Chernoff[3] erstmals nachgewiesen hat, zeichnet sich dieses Kriterium weiter durch den schwerwiegenden Nachteil aus, daß die Präferenzordnung geändert wird, wenn neue Handlungsalternativen hinzugefügt oder vorhandene Strategien fortgelassen werden. Dabei kann der Fall eintreten, daß eine optimale Strategie die Eigenschaft der Optimalität dadurch verliert, daß eine nicht-optimale Alternative fortgelassen wird. Das aber widerspricht dem Transitivitätsaxiom, das als Grundannahme rationalen Verhaltens gilt.[4]

Bayes-Regel

Nach der Bayes-Regel gilt:

$$a_i \lesssim a_j, \text{ wenn } \sum_k x_{ik}p_k \geq \sum_k x_{jk}p_k$$

Die Entscheidung fällt hiernach für die Alternative mit dem höchsten Erwartungswert der Verteilung. Zwar erscheint diese Regel zunächst geeigneter als alle bisher behandelten, da die gesamte Wahrscheinlichkeitsverteilung in einem Wert verdichtet wird und damit alle Werte der Verteilung im Entscheidungskalkül Berücksichtigung finden. Eine Entscheidung nach dem Er-

1 Vgl. Koch, H., Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsrechnung, Wiesbaden 1970, S. 155.
2 Vgl. Heinen, E., Das Zielsystem der Unternehmung, a.a.O., S. 182.
3 Chernoff, H., Rational Selection of Decision Functions, in: Econometrica, Vol. 22 (1954), S. 422 f.
4 Vgl. Krelle, W./Coenen, D., a.a.O., S. 189.

wartungswert - dies zeigt das Petersburger Paradoxon[1] - impliziert aber risikoneutrales Verhalten. Geht man nämlich von einer linearen Risikonutzenfunktion aus, die risikoneutrales Verhalten anzeigt, beispielsweise in der Form $u = a_1 + a_2 x$, so berechnet sich ihr Erwartungswert des Nutzens gemäß dem Bernoulli-Prinzip als:

$$E\,[\bar{u}(x_i)] = \sum_{i=1}^{n} u_i p_i(x_i)$$

$$= \sum_{i=1}^{n} (a_1 + a_2 x_i) \cdot p_i(x_i)$$

$$= a_1 + a_2 \sum_{i=1}^{n} x_i p_i(x_i)$$

Der Erwartungswert des Nutzens wird in diesem Fall maximiert, indem der Erwartungswert der Wahrscheinlichkeitsverteilung maximiert wird.[2] Da das Bayes'sche Theorem somit Risikoneutralität voraussetzt, als banktypische Verhaltensweise jedoch Risikoaversion angenommen werden muß, ist auch diese Entscheidungsregel als ungeeignet zurückzuweisen.

---

1 Vgl. S. 35 dieser Arbeit.
2 Vgl. Hax, H., Investitionstheorie, a.a.O., S. 107; Blohm, B./Lüder, K., a.a.O., S. 125.

Zusammenfassend ist zum Einfluß der Unsicherheit auf den Entscheidungsprozeß im Bankbetrieb festzustellen:
In einer Entscheidungssituation unter Ungewißheit ist eine Handlungsalternative durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung ihres Ergebnisses gekennzeichnet. Der Bankleiter steht somit immer vor dem Wahlproblem, einerseits ein Handlungsprogramm realisieren zu können, das eine hohe Gewinnchance besitzt, dabei jedoch ein hohes Risiko verkörpert; er kann sich andererseits für ein Programm entscheiden, das mit einem geringen Risiko verbunden ist, dafür aber auch einen geringeren Gewinn erwarten läßt. Aus dem Sicherheitsaspekt heraus wird der Bankleiter in einer Vorauswahl alle jene Handlungsprogramme als unzulässige Alternativen verwerfen, bei denen das Verlustrisiko so groß ist, daß das Eigenkapital der Bank aufgezehrt werden kann. Unter den verbleibenden Alternativen hat der Bankleiter eine Entscheidung unter Berücksichtigung der Gewinnchance und des Risikos zu treffen. Zu diesem Zweck werden Gewinn und Risiko in eine übergeordnete Zielgröße, den Nutzen, integriert. Zwar wird durch die Axiome rationalen Verhaltens unter Unsicherheit keine spezielle Form der Risikonutzenfunktion festgelegt, für bankbetriebliche Fragestellungen kann sie aber in guter Annäherung durch eine quadratische Funktion beschrieben werden. Dabei stellt sich der Risikonutzen als eine Funktion sämtlicher Gewinnmöglichkeiten dar. Die aufwendige Berücksichtigung der gesamten Wahrscheinlichkeitsverteilung bedingt die Frage nach vereinfachenden Entscheidungskriterien.[1]

---

1 Krümmel betont: "Die Ergebnisverteilungen der geschäftspolitischen Handlungsmöglichkeiten der Bank sind zu komplexe Gebilde, als daß die Bank ihnen unmittelbar Präferenzwerte zuordnen könnte. Vielmehr muß eine geeignete Auswahl unter den Parametern der Verteilungen getroffen werden"; Krümmel, H.-J., Liquiditätssicherung im Bankwesen, II. Teil, a.a.O., S. 73.

Die Anwendung von Entscheidungsregeln auf der Basis von Verteilungsparametern scheidet insofern aus, denn sie schöpfen weder die vorhandenen Informationen genügend aus, noch implizieren sie risikoaverses Verhalten im Bankbetrieb, und sie sind vor allem nicht mit den Axiomen rationalen Verhaltens in Einklang zu bringen. Als rationales Entscheidungsprinzip kann bei der angenommenen speziellen Risikoneigung nur das (μ,σ)-Prinzip anerkannt werden, das die Wahrscheinlichkeitsverteilung auf zwei Parameter, den Erwartungswert und die Varianz (oder Standardabweichung) verdichtet.

II. Die bankbetriebliche Anlageplanung auf der Grundlage der Risikonutzentheorie

Für den Bankbetrieb ist eine Zielentscheidung unter Ungewißheit nach dem (μ,σ)-Prinzip bisher vor allem bei der Anlageplanung eines Wertpapierportefeuilles erfolgt. Es sind daher zunächst die Grundlagen der Theorie der Wertpapierplanung, der Portfolio Selection, darzulegen; anschließend ist zu prüfen, ob diese Theorie generell auf die Anlageentscheidung im finanziellen Bereich des Bankbetriebs ausgedehnt werden kann und sich somit eine allgemeine Theorie der Anlageplanung für Kreditinstitute ableiten läßt.

1. Die Planung des Wertpapierportefeuilles

a) Die Ertrags- und Risikokomponente des Portefeuilles

In der Theorie der Wertpapiermischung[1] wird davon ausgegangen, daß sich der Entscheidungsträger eine

---

1 Vgl. die Grundlagen vor allem bei Markowitz, H.M., Portfolio Selection, Efficient Diversification of Investments, a.a.O.,; derselbe, Portfolio Selection, in: JoF, Vol. 7 (1952), S. 77 ff.; Tobin, J., The Theory of Portfolio Selection, in: The Theory of Interest Rates, Hrsg. F.H. Hahn/F.P.R. Brechling, London 1965, S. 3 ff.; Sharpe, W.F., A Simplified Model for Portfolio Analysis, in: MS, Vol. 9 (1963), S. 277 ff.; Hax, H., Investitionstheorie, a.a.O., S. 109 ff.; Hielscher, U., Das optimale Aktienportefeuille, 2. Aufl., Frankfurt a.M. 1969; Müller, H., Portfolio Selection, Wiesbaden 1970; Orth, L., a.a.O., S. 132 ff.; Schneider, D., Investition und Finanzierung, a.a.O., S. 348 ff.

Vorstellung über den zukünftigen Ertrag[1] eines Wertpapiers bei unterschiedlichen Zukunftslagen gebildet hat, die ihren Ausdruck in einer Wahrscheinlichkeitsverteilung findet. Als Gewinnwert wird der Erwartungswert der Wahrscheinlichkeitsverteilung gewählt, als Risikomaß die Varianz bzw. die Standardabweichung der Verteilung.

Jedes Wertpapier i läßt sich somit bei k - verschiedenen Zukunftslagen beschreiben durch

$$(1)\quad E(x_i) = \sum_{k=1}^{m} x_{ik} \cdot p_{ik}$$

$$(2)\quad \sigma_i^2 = \sum_{k=1}^{m} \left[\bar{x}_{ik} - E(x_i)\right]^2 \cdot p_{ik}$$

$$(2a)\quad \sigma_i = \sqrt{\sigma_i^2}$$

Mehr als der Gewinn- und Risikowert eines einzelnen Wertpapiers interessiert jedoch der Gewinn und das Risiko des gesamten, aus n-Effekten bestehenden Portefeuilles. Der Erwartungswert des Portefeuilles als einer Summe einzelner Zufallsvariabler ist gleich der Summe der Erwartungswerte, wobei es gleichgültig ist, ob die Zufallsvariablen unabhängig oder stochastisch verbunden sind. Bei der Ermittlung der Gewinn-

---

1 Der zukünftige Ertrag x eines Wertpapiers ist definiert als

$$x = \frac{(K_{t+1} - K_t) + Z}{K_t} \cdot 100\ \%$$

wobei K_t den Kurswert im Zeitpunkt t, K_{t+1} den Kurs im Zeitpunkt t+1 und Z im Falle von Aktien die Dividenden und Boni, im Falle von festverzinslichen Wertpapieren die Zinsen bedeuten; da die Größe Z im Regelfall gut geschätzt werden kann, beziehen sich die Ausführungen häufig nur auf den möglichen Kursgewinn bzw. -verlust; vgl. Blaich, J., Möglichkeiten und Grenzen der Modelle der Portfolio Selection - dargestellt an einigen Beispielen aus der Bundesrepublik Deutschland -, Diss. Münster 1971, S. 16 und 50.

erwartung eines Portefeuilles sind die einzelnen Erwartungswerte mit den Anteilen der jeweiligen Effekten am Gesamtbetrag des Portefeuilles zu gewichten. Bezeichnet α_i den Anteil des i-ten Wertpapiers am Gesamtbetrag des Depots, dann gilt für den Erwartungswert des Wertpapierportefeuilles

$$(3)\quad E = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \, E(x_i), \text{ wobei } \sum_{i=1}^{n} \alpha_i = 1 \quad .$$

Die Berechnung der Varianz des gesamten Portefeuilles ist weitaus aufwendiger; denn für die Varianz gilt die additive Eigenschaft lediglich in einem Spezialfall. Allgemein ist die Varianz einer Summe zufälliger Variabler definiert als die Summe der Einzelvarianzen der Zufallsvariablen zuzüglich zweimal der Summe der Kovarianzen :

$$(4)\quad V = \text{Varianz } (E)$$

$$(5)\quad V = \sigma^2 = \sum_{i=1}^{n} \sigma_i^2 + 2 \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{n} \sum_{j=1}^{n} \sigma_{ij},$$

wobei die Kovarianz zwischen der i-ten und j-ten Zufallsvariablen definiert ist als

$$(6)\quad \text{cov}_{ij} = \sigma_{ij} = \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{n} \sum_{j=1}^{n} \left[\bar{x}_i - E(x_i)\right] \left[\bar{x}_j - E(x_j)\right] p_{ij}.$$

Die Kovarianz gibt an, in welchem Maße sich zwei Zufallsvariable gleich- oder entgegengerichtet bewegen. Sie nimmt den Wert Null an, wenn es sich um unabhängige Variablen handelt.

Die Varianz des gesamten Wertpapierportefeuilles ergibt sich unter Berücksichtigung der Anteile der einzelnen Effekten am Gesamtbetrag des Depots somit als

$$(7)\quad V = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{n} \sum_{j=1}^{n} \alpha_i \alpha_j \sigma_{ij}.$$

Dieser Ausdruck läßt sich vereinfachen zu

$$(8) \quad V = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} \alpha_i \, \alpha_j \, \sigma_{ij} \, ,$$

da für die Kovarianz $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$ gilt. Für $i = j$ ist σ_{ij} gleich der Varianz σ_{ii} eines einzelnen Wertpapieres.

In dem Spezialfall, daß es sich um unabhängige Variable handelt, reduziert sich der Ausdruck für die Varianz auf

$$(9) \quad V = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i^2 \, \sigma_i^2 \, .$$

Nur in diesem Fall hängt sie allein von den Streuungen der einzelnen Effekten ab.

Es zeigt sich, daß das aus der Wertpapieranlage resultierende Risiko beeinflußt wird durch die Varianzen der einzelnen Effekten, die Anteile der verschiedenen Papiere am gesamten Portefeuille und die Kovarianzen zwischen den einzelnen Wertpapieren.

b) Die Auswirkung der Diversifikation auf Ertrag und Risiko des Portefeuilles

Die Anlage eines gegebenen Mitteleinsatzes in einem Portefeuille, das mehr als ein Wertpapier umfaßt, führt zwangsläufig zu einer Ertragsminderung, wenn die einzelnen Objekte - wie es der Regelfall ist - unterschiedliche Gewinnerwartungen aufweisen. Betrachtet man allein den Ertrag eines Portefeuilles, dann erscheint die Wertpapiermischung unvorteilhaft, da die Diversifikation zu einer Ertragsnivellierung

führt. Die Vorzüge der Diversifikation zeigen sich erst bei einer Analyse der Risikokomponente; mit wachsender Anzahl der Anlageobjekte im Portefeuille wird die Wirksamkeit der Diversifikation in bezug auf das Risiko stärker durch die Kovarianzen als durch die Einzelvarianzen bestimmt.[1]

Dieser Einfluß der Diversifikation wird deutlich, wenn anstelle der Kovarianz auf den Korrelationskoeffizienten zurückgegriffen wird. Der Korrelationskoeffizient r ($-1 \leq r \leq +1$) ist ein Maß für die lineare Abhängigkeit zwischen zwei Variablen. Eine Korrelation von $r = +1$, eine perfekte positive Korrelation, beinhaltet, daß eine völlig gleichlaufende Entwicklung der Werte der Variablen vorliegt; bei $r = -1$ besteht eine vollständige gegensätzliche Entwicklung. Sind die Variablen unabhängig, dann ist $r = 0$. Dies bedeutet jedoch nicht umgekehrt, daß bei $r = 0$ auf Unabhängigkeit geschlossen werden kann; vielmehr besteht dann lediglich kein linearer Zusammenhang zwischen den Variablen.

Zwischen dem Korrelationskoeffizienten r_{ij} und der Kovarianz σ_{ij} zweier Zufallsvariablen besteht die Beziehung

$$(10) \quad r_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \, \sigma_j} \quad .$$

Somit gilt

$$(11) \quad V = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{n} \sum_{j=1}^{n} \alpha_i \, \alpha_j \, r_{ij} \, \sigma_i \, \sigma_j$$

für die Varianz des Wertpapierportefeuilles.

---

1 Vgl. dazu die Ableitung bei Markowitz, H., Portfolio Selection, Efficient Diversification of Investments, a.a.O., S. 111.

Beträgt der Korrelationskoeffizient $r = \pm 1$, dann läßt sich der Ausdruck für die Varianz (7) - wenn das Portefeuille aus zwei Wertpapieren I und II besteht bzw. durch eine Mischung dieser beiden Anlagen gebildet wird - zu den Termen zusammenfassen[1]:

$$(12)\quad V = \left[\alpha_I \sigma_I \pm (1 - \alpha_{II}) \sigma_{II}\right]^2$$

$$(12a)\quad \sigma = \alpha_I \sigma_I + (1 - \alpha_{II}) \sigma_{II} \qquad \text{für } r = +1$$

$$(12b)\quad \sigma = \alpha_I \sigma_I - (1 - \alpha_{II}) \sigma_{II} \qquad \text{für } r = -1 \quad .$$

Für $r = 0$, den Fall der Unabhängigkeit, gilt schließlich

$$(13)\quad V = \alpha_I^2 \sigma_I^2 + (1 - \alpha_{II})^2 \sigma_{II}^2$$

$$(13a)\quad \sigma = \sqrt{\alpha_I^2 \sigma_I^2 + (1 - \alpha_{II})^2 \sigma_{II}^2} \quad .$$

Für unterschiedliche Zusammensetzungen des Portefeuilles, d.h. alternative α_i-Werte, können sich somit bei alternativen Korrelationskoeffizienten Ertrags- und Risikokonstellationen des Portefeuilles

---

1 Das Mischungsverhältnis, das zu dem geringsten Risiko des Portefeuilles führt, läßt sich ermitteln aus:

$$V = \alpha_I^2 \sigma_I^2 + (1-\alpha_I)^2 \sigma_{II}^2 + 2r_{I\,II}\, \alpha_I (1-\alpha_I) \sigma_I \sigma_{II} \quad \text{Min!}$$

$$\frac{\partial V}{\partial \alpha_I} = 2\alpha_I \sigma_I^2 - 2(1-\alpha_I)\sigma_{II}^2 + 2r_{I\,II}(1-2\alpha_I)\, \sigma_I \sigma_{II}$$

$$(14)\quad \alpha_I = \frac{\sigma_{II}^2 - r_{I\,II}\, \sigma_I\, \sigma_{II}}{\sigma_I^2 + \sigma_{II}^2 - 2r_{I\,II}\, \sigma_I\, \sigma_{II}}$$

und

$$(15)\quad (1-\alpha_I) = \frac{\sigma_I^2 - r_{I\,II}\, \sigma_I\, \sigma_{II}}{\sigma_I^2 + \sigma_{II}^2 - 2r_{I\,II}\, \sigma_I\, \sigma_{II}}$$

ergeben, die in Abb. 6 beispielhaft aufgezeigt sind.

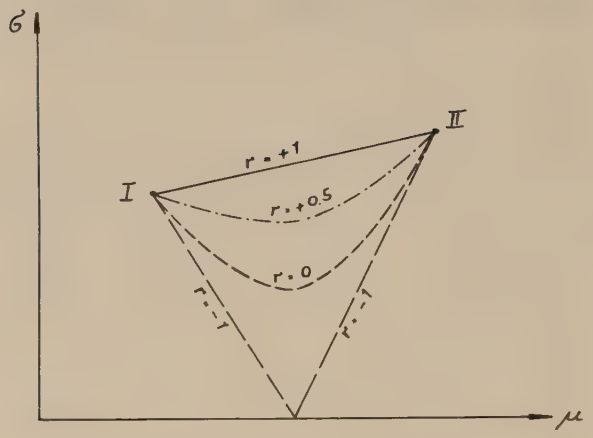

Abb. 6: Der Einfluß der Diversifikation auf Ertrag und Risiko eines Portefeuilles

Nimmt der Korrelationskoeffizient $r_{I\ II}$ den Wert Null an, dann folgt hieraus

$$\frac{\alpha_I}{\alpha_{II}} = \frac{\sigma_{II}^2}{\sigma_I^2} ,$$

so daß sich der Anteil der beiden Anlagearten in der risikominimalen Kombination umgekehrt proportional zum Verhältnis ihrer Varianzen verhält. Bei vollständig negativer Korrelation gilt

$$\frac{\alpha_I}{\alpha_{II}} = \frac{\sigma_{II}}{\sigma_I} ,$$

d.h. der Anteil der Anlageobjekte im risikominimalen Portefeuille ist umgekehrt proportional zum Verhältnis ihrer Standardabweichungen, vgl. Tobin, J., Portfolio Selection, a.a.O., S. 25.

Besteht zwischen zwei Wertpapieren eine perfekte positive Korrelation ($r = + 1$), dann ist das Risiko des Portefeuilles gleich dem arithmetischen Mittel aus den Einzelrisiken, wobei eine Gewichtung mit den Anteilen der Papiere am Depotbestand erfolgt.[1] Alle Gewinn- und Risikowerte einer Mischung zwischen I und II liegen daher auf einer Geraden. Das Portefeuille mit dem geringsten Risiko wird in diesem Fall nur durch ein Wertpapier gebildet. Eine Wertpapiermischung zur Verringerung des Risikos kann nicht erfolgen. Da es sich im Hinblick auf das Risiko um die schlechtestmögliche Verbindung zweier Wertpapiere handelt, muß bei einer Korrelation, die geringer als $r = + 1$ ist, die Kurve der Gewinn- und Risikowerte daher unterhalb dieser Geraden liegen.

Betrachtet man eine Korrelation von $r = - 1$, dann degeneriert die Kurve zu zwei Geraden, die in einem Punkt auf der μ-Achse einmünden. Denn aus (12b) ist ersichtlich, daß es einen Wert von α gibt, also ein Mischungsverhältnis existiert, bei dem das Risiko der Gesamtanlage den Wert Null erreicht. Liegt zwischen der Ertragsentwicklung der Wertpapiere Unabhängigkeit vor ($r = 0$), dann kann das Risiko des Portefeuilles noch erheblich unter das Einzelrisiko der risikoärmsten Einzelanlage sinken. Selbst wenn zwischen zwei Anlageobjekten eine positive Korrelation besteht (z.B. $r = + 0{,}5$), zeigt sich die mit der Wertpapiermischung angestrebte Wirkung auf das Risiko des gesamten Portefeuilles; sogar in dem Falle

---

1 Vgl. Lintner, J., Security Prices, Risk, and Maximal Gains from Diversification, in: JoF, Vol. 20 (1965), S. 587 ff.

einer teilweise gleichlaufenden Kursentwicklung zweier Papiere kann durch Mischung ein niedrigeres Risiko als das Einzelrisiko des risikoärmsten Wertpapiers erzielt werden.

Nachdem der Einfluß der Korrelation zwischen den Anlageobjekten auf das Risiko eines Portefeuilles aufgezeigt wurde, sind die möglichen Korrelationsbeziehungen auf ihre ökonomische Bedeutung hin zu überprüfen. Soweit eine perfekte positive Korrelation gegeben ist, bei der keine Risikominderung eintreten kann, handelt es sich wirtschaftlich um einen Grenzfall, weil diese die schlechtestmögliche Verbindung von Anlageobjekten darstellt. Die im Fall der Unabhängigkeit mögliche Risikominderung ist ebenfalls nur in Ausnahmesituationen denkbar. Der Risikoausschaltung bei perfekter negativer Korrelation kommt zwar eine gewisse Bedeutung zu, allerdings nur im internationalen Geldhandel, wo sie als Hedging bezeichnet wird.[1]

Im allgemeinen Bankgeschäft kann ökonomisches Gewicht allein einer positiven Korrelation ($0 < r < 1$) beigemessen werden. Da auch bei dieser Verbindung von Anlageobjekten das Risiko des Portefeuilles unter das Risiko der risikoärmsten Einzelanlage sinken kann, zeigt sich auch bei dieser Konstellation noch die Vorteilhaftigkeit der Diversifikation.

---

1 Hedging ist das übliche Sicherungsgeschäft im internationalen Geldhandel, um das Paritätsänderungsrisiko auszuschließen. Denn durch die Schwankungen des Wechselkurses können bei den Devisenbeständen und Forderungen sowie Verbindlichkeiten in ausländischer Währung Verluste eintreten. Das ausländische Geldwertrisiko kann dadurch kompensiert werden, daß für jedes Geschäft in ausländischer Währung ein entsprechendes Gegengeschäft vorgenommen wird, so daß die aktiven und passiven Geldwerte der einzelnen Währungen einander jeweils entsprechen. Die Bank kann daher, will sie keine Devisenspekulation betreiben, beim Erwerb einer Forderung in ausländischer Währung gleichzeitig eine Verbindlichkeit in derselben Höhe und Währung eingehen, um gegen eine Paritätsänderung gesichert zu sein; vgl. Schmidt-Wilke, H.-J., Risikoproblematik und Risikopolitik im internationalen Bankgeschäft, Diss. Hamburg 1969, S. 221 ff.; Arnold, H., a.a.O., S. 80 ff.

c) Die Bestimmung effizienter und optimaler Portefeuilles

Durch Mischung der einzelnen Wertpapiere erhält man eine Vielzahl alternativer Kombinationsmöglichkeiten. Aus der Menge der möglichen Zusammenstellungen scheiden bei der Wahl die Mischungsverhältnisse aus, die anderen Kombinationen unterlegen sind. Wie aus Abb. 7 ersichtlich wird, ist demnach ein Portefeuille als effizient zu bezeichnen, wenn

- bei gegebenem Gewinn kein anderes Portefeuille mit einem geringeren Risiko besteht

  oder

- bei gegebenem Risiko kein anderes Portefeuille mit einem höheren Gewinn existiert.[1]

Eine effiziente Portefeuillezusammenstellung kann damit nur auf der äußeren Begrenzungslinie der möglichen Kombinationen liegen. Damit tritt das Problem auf, wie sich die Kurve der effizienten Depotzusammenstellungen ermitteln läßt.

Geht man von der Definition des effizienten Portefeuilles aus, dann ist bei gegebenem Gewinn das Risikominimum oder das Maximum des Gewinns bei vorgegebenem Risiko zu bestimmen. Da der erstere Weg der Extremwertbestimmung einer quadratischen Zielfunktion bei linearen Nebenbedingungen rechentechnisch leichter zu handhaben ist als der zweite, ist die Funktion

$$V = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{n} \sum_{j=1}^{n} \alpha_i \alpha_i \sigma_{ij}$$

1 Vgl. Markowitz, H., Portfolio Selection, Efficient Diversification of Investments, a.a.O., S. 129 ff.

bei Beachtung von

$$\bar{E} = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i \mu_i$$

und

$$1 = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i$$

zu minimieren.[1]

Das Problem der optimalen Kombination einzelner Anlagemöglichkeiten ist damit jedoch noch nicht gelöst. Denn mit der Kenntnis der effizienten Handlungsmöglichkeiten ist noch keine Entscheidung für eine bestimmte Alternative gefallen. Die bisher dargestellte Theorie der Portfolio Selection ist daher nur als eine Entscheidungsvorbereitung anzusehen. Die Entscheidung selbst wird durch die Risikoneigung des Bankleiters determiniert. Trägt man in ein (μ,σ^2)-Koordinatensystem die Indifferenzkurven der Risikopräferenzfunktion und die Kurve der effizienten Lösungen ein, dann erhält man das optimale Portefeuille (Abb. 7). Optimal ist das Portefeuille, das dem Punkt X entspricht. In X wird die Kurve der effizienten Mischungen von der Indifferenzkurve u_3 tangiert, d. h. von allen Kombinationen erreicht die durch X repräsentierte Mischung das höchste Risikonutzenniveau.

---

1 Zum Algorithmus der Kritischen Linie vgl. Markowitz, H., Portfolio Selection, Efficient Diversifikation of Investments, a.a.O., S. 154 ff.

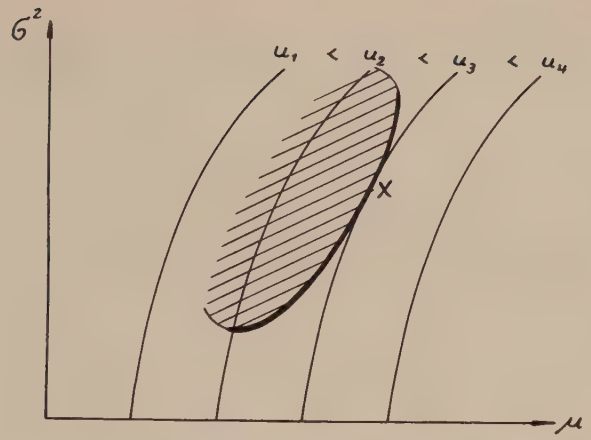

Abb. 7: Die Bestimmung des optimalen Portefeuilles

Bei Kenntnis der Risikopräferenzfunktion braucht jedoch nicht erst die Kurve der effizienten Handlungsmöglichkeiten ermittelt zu werden, sondern die Bestimmung des optimalen Portefeuilles kann rechnerisch direkt erfolgen.[1] Die Risikopräferenzfunktion

$$\psi(\mu,\sigma) = a_1\mu - a_2\mu^2 - a_2\sigma^2 - a_o \qquad \text{Max!}$$

wird unter der Nebenbedingung

$$1 = \sum_{i=1}^{n} \alpha_i$$

1 Zu diesem Ansatz vgl. Hielscher, U., a.a.O., S. 216 ff.; Mossin, J., Equilibrium in a Capital Asset Market, in: Econometrica, Vol. 34 (1966), S. 772 ff.

maximiert, wobei sich μ und σ aus (3) und (5) ergeben.[1]

Exkurs: Die Problematik von Index-Modellen

Zur Bestimmung der effizienten Portefeuilles werden für jedes Anlageobjekt der Erwartungswert, die Varianz sowie der Korrelationskoeffizient zu jedem anderen Wertpapier benötigt. Bei n-Wertpapieren müssen daher n-Erwartungswerte, n-Varianzen und $n(n - 1)/2$ unterschiedliche Korrelationskoeffizienten bestimmt werden, insgesamt also $n (n + 3)/2$ Daten. Bei n = 100 Anlageobjekten müssen bereits 5150 Daten beschafft werden, davon allein 4950 Korrelationskoeffizienten. Ausgehend vom Markowitz-Ansatz sind daher Modelle entwickelt worden, die die Datenerfasung und Rechenzeit erheblich reduzieren.

Sharpe[2] geht in seiner grundlegenden Untersuchung davon aus, daß die Kurse der verschiedenen Wertpapiere allein mit der Entwicklung eines einzigen Index verbunden sind, so daß der Kurs eines Anlageobjektes nicht mehr durch eine freie Schätzung, sondern durch

---

1 Der Planung des Wertpapierportefeuilles liegt im Regelfall eine statische Analyse zugrunde, da von einem Entscheidungszeitpunkt und einem Endzeitpunkt ausgegangen wird, so daß Portefeuillerevisionen in alternativen Entscheidungszeitpunkten nicht möglich sind; zu den Problemen einer mehrperiodischen Planung vgl. Tobin, J., a.a.O., S. 42 ff.; Smith, K.V., A Transition Model for Portfolio Revision, in: JoF, Vol. 22 (1967), S. 425 ff.; Mossin, J., Optimal Multiperiod Portfolio Policies, in: JoB, Vol. 41 (1968), S. 215 ff.; Franke, G., Verschuldungs- und Ausschüttungspolitik im Licht der Portefeuille-Theorie Köln - Berlin - Bonn - München 1971, S. 51 ff.

2 Vgl. Sharpe, W.F., a.a.O., S. 281 ff.; der Gedanke eines Index-Modells ist bereits von Markowitz selbst entwickelt worden, jedoch führt dieser erste Lösungsansatz lediglich zu einer geringen Anzahl von Daten, während Vorteile im Hinblick auf die Rechenzeit nicht bestehen; vgl. Markowitz, H., Portfolio Selection, Efficient Diversification of Investments, a.a.O., S. 96 ff.

Hilfsgrößen bestimmt wird. Für den erwarteten Kurs eines Wertpapieres i gilt im Index-Modell die Beziehung:

$$x_i = a_i + b_i I + c_i \quad .$$

Der Kurs eines Wertpapieres ist danach in einer linearen Abhängigkeit mit dem Index verbunden. Der Kurs hängt von den Parametern a_i und b_i, dem Wert des Index I und einer Zufallsgröße c_i mit der Varianz q_i ab. Ausgehend von Beobachtungsdaten in der Vergangenheit zwischen der Kursentwicklung eines einzelnen Wertpapiers und der Veränderung eines Kapitalmarkt-Index wird eine lineare Regressionsfunktion berechnet und den Parametern a_i und b_i numerische Werte beigelegt. Der erwartete Kurs eines Wertpapieres läßt sich daher anhand der Regressionsfunktion leicht ermitteln. Es ist jedoch zu beachten, daß der tatsächliche Kurs nicht auf der Regressionsfunktion zu liegen braucht, sondern gemäß einer bestimmten Wahrscheinlichkeitsverteilung für c_i um die Regressionsfunktion streuen wird. Der tatsächliche Wert für x_i bei einem fest vorgegebenen Indexstand kann daher in einem Streubereich um die Regressionsfunktion liegen, dessen Breite durch die Varianz q_i der Zufallsvariablen c_i bestimmt wird, wie Abb. 8 zeigt.

Da der erwartete Kurs des Wertpapieres in der Periode $t + 1$ von dem Stand des Index abhängig ist, dieser jedoch in der Periode t nicht bekannt ist, muß eine Schätzung für den Wert des Index erfolgen. Für den Indexwert gilt die Beziehung

$$I = d_{t+1} + e_{t+1} \quad .$$

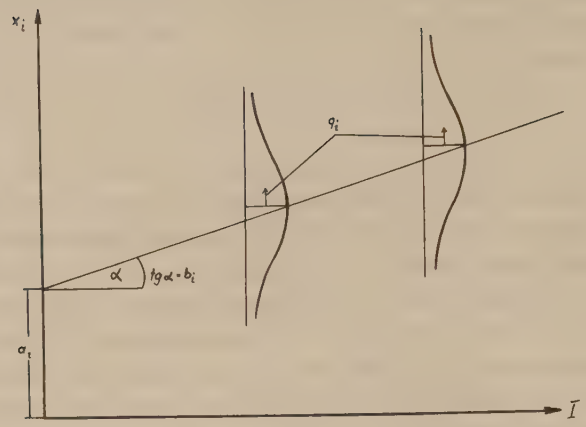

Abb. 8: Die Beziehung zwischen dem Index und einem Wertpapier

Der Parameter d_{t+1} bezeichnet den erwarteten Indexstand, e_{t+1} ist eine Zufallsvariable mit der Varianz p, die angibt, in welcher Weise der tatsächliche Indexstand um den erwarteten streuen kann. Der Bereich, in dem der wahre x_i-Wert bei Anwendung des Sharpe-Modells liegen kann, wird bei einem Ausgangskurs des Wertpapieres K_{it} im Zeitpunkt t bei einem Indexstand von I_t in Abb. 9 wiedergegeben.

Die Wertpapieranlageplanung mit Hilfe des Ein-Index-Modells benötigt nur die Bestimmung einer geringen Anzahl von Daten. Für diesen Modellansatz sind bei n-Wertpapieren die Größen

a_i, b_i und q_i für jedes der n-Wertpapiere
d_{t+1} und p für den Index,

also 3 n + 2 Daten festzulegen. Dies sind bei n = 100 Wertpapieren lediglich 302 Daten gegenüber 5150 beim Markowitz-Modell. Zudem läßt sich die Rechenzeit erheblich verringern, so daß die Kurve der effizienten Portefeuilles - nach einer Schätzung

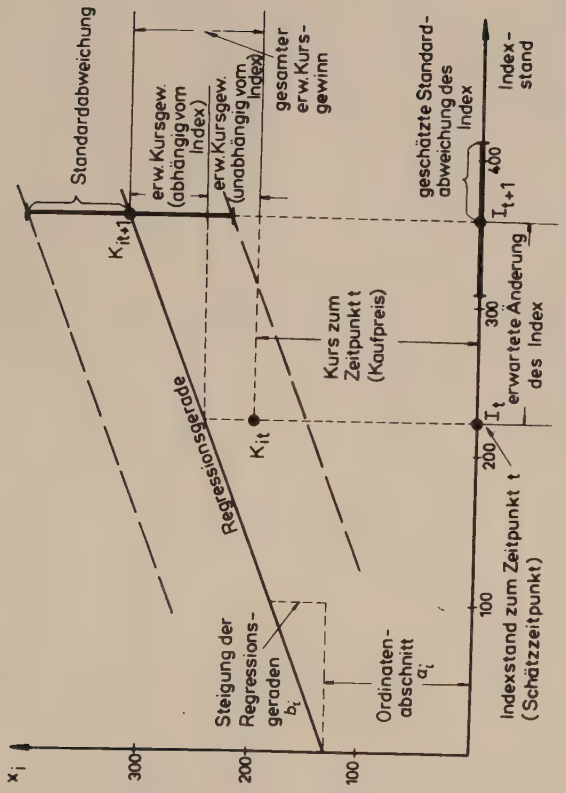

Abb. 9: Die Anwendung des Sharpe-Modells[1]

1 Vgl. IBM, Portfolio Selection Program (IB PS 90), IBM 7090 Program, 7090 - FI - 03, Preliminary Manual, 1962, S. 7; Hielscher, U., a.a.O., S. 224.

von Cohen/Pogue - zu etwa 1 v. H. der Rechenkosten der Markowitz-Modellformulierung ermittelt werden kann.[1]

Problematisch erweist sich beim Ein-Index-Modell jedoch die Annahme, daß die Abhängigkeit der erwarteten Effektenerträge untereinander nur von der gemeinsamen Abhängigkeit mit dem Index bestimmt wird. Die Korrelation zwischen den Aktienrenditen spaltet sich aber in einen Teil auf, der aus der Korrelation mit dem Index besteht, und in einen Teil, der sich aus der Korrelation der Restschwankungen zusammensetzt. Für diesen letzten Teil wird im Ein-Index-Modell ein Wert von Null unterstellt. Amerikanische Untersuchungen haben aber gezeigt, daß die Korrelationskoeffizienten der Residualvariablen c_i zwar um

---

1 Im Markowitz-Modell ist die mehrfache Inversion der Matrix

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \cdots & c_{nn} \end{bmatrix}$$

erforderlich, die als Elemente die Varianzen und Kovarianzen der Anlageobjekte enthält; im Sharpe-Modell sind die Kovarianzen implizit durch die Index-Beziehung erfaßt und können daher explizit ausgeklammert werden, so daß sich eine modifizierte Matrix ergibt, deren Elemente außerhalb der Diagonalen, auf der die Varianzen liegen, Null sind. Bei einer derart vereinfachten Matrix

$$C_{n+1} = \begin{bmatrix} c_{11} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & c_{22} & & 0 \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & c_{n+1\,n+1} \end{bmatrix},$$

bei der das Element $c_{n+1\,n+1}$ als Ausdruck für die Varianz des Index hinzukommt, läßt sich die Matrixinversion leichter durchführen, so daß Rechenzeit und Rechenkosten erheblich gesenkt werden können; vgl. Cohen, K.J./Pogue, J.A., An Empirical Evaluation of Alternative Portfolio Selection Models, in: JoB. Vol. 40 (1967), S. 169.

den Wert Null konzentriert sind, jedoch eine relativ große Streuung aufweisen.[1] Somit weichen die Korrelationskoeffizienten bzw. die Kovarianzen im Ein-Index-Modell von den wahren Größen ab. Wird die Korrelation der Residuen nicht betrachtet, dann sind die Kovarianzen in dem Index-Modell kleiner als die wahren Daten, so daß die Risiko-Ertrags-Kombinationen günstiger als tatsächlich dargestellt werden.

Infolge der Bindung der Ertragsentwicklung an einen einzelnen Index gehen die für die Risikominderung wesentlichen Beziehungen zwischen den einzelnen Wertpapieren verloren. Um diesen Fehler zu verringern, um also eine genauere Abbildung zwischen der Abhängigkeit einzelner Anlageobjekte zu erhalten, ist das Ein-Index-Modell von Sharpe zu Multi-Index-Modellen weiterentwickelt worden. Die Multi-Index-Modelle sollen erlauben, "die Kovarianzbeziehungen in einer wirksameren Form als beim Ein-Index-Modell zu erfassen, gleichzeitig aber ebenfalls einen Teil der Rechenersparnisse gegenüber dem ursprünglichen Markowitz-Modell zu erreichen".[2] Die von Cohen und Pogue[3] entwickelten Multi-Index-Modelle lassen sich in eine "Kovarianz-Variante" und eine "Diagonal-Variante" trennen. Beiden ist gemeinsam, daß die einzelnen Wertpapiere in Klassen eingeteilt werden, wobei als Einteilungskriterium Branchengesichtspunkte Anwendung finden.[4] Innerhalb einer jeden Klasse wird die Ein-

---

1 Vgl. Hielscher, U., a.a.O., S. 231; Cohen, K.J./Pogue, J.A., An Empirical Evaluation of Alternative Portfolio Selection Models, a.a.O., S. 176.

2 Büschgen, H.E., Zum Problem der Planung von Wertpapierbeständen, insbesondere durch Kreditinstitute und Investmentgesellschaften, in: Kredit und Kapital, 2. Jg. (1969), S. 1 ff., insbes. S. 30.

3 Vgl. Cohen, K.J./Pogue, J.A., An Empirical Evaluation of Alternative Portfolio Selection Models, a.a.O., S. 170 ff.

4 Vgl. die Übersicht bei Neuhaus, W., Indexmodelle zur Planung effizienter Wertpapierportefeuilles, in: ZfB, 39. Jg. (1969), S. 801 ff.

Index-Methode angewendet, so daß die Wertpapiere nur über einen einzelnen Index korreliert sind. Die Beziehung zwischen den einzelnen Branchenindizes wird bei der Kovarianz-Variante entsprechend dem Markowitz-Modell erfaßt. Bei der Diagonal-Variante wird hingegen von einer Index-Hierarchie ausgegangen, bei der die Korrelation der einzelnen Indizes zu einem Hauptindex vorgenommen wird. Die exakte Abbildung der Kovarianzbeziehungen kann damit auch in Multi-Index-Modellen nicht erfolgen. Problematisch erweist sich ferner die Bestimmung der Erträge bzw. Kurse durch einen Index oder mehrere Indizes anstelle einer freien Schätzung, da hiermit "Zusammenhänge zwischen Einzelkursen und den entsprechenden Gruppenindizes (oder auch dem Gesamtindex), die in der Vergangenheit gemessen wurden, auch für die Zukunft als unverändert angenommen werden".[1]

---

1 Bleymüller, J., Theorie und Technik der Aktienkursindizes, Wiesbaden 1966, S. 26.

2. Die Planung des Kreditportefeuilles

a) Die Qualifizierung des Bankkredits als Anlageobjekt

Die Theorie der Portfolio-Selection gewährleistet - unter einschränkenden Prämissen - eine rationale Entscheidung für die Planung des Wertpapierbestandes. Es stellt sich daher die Frage, ob sich diese Theorie auf die Planung des gesamten Aktivgeschäfts übertragen läßt und ob somit eine allgemeine Theorie der Anlageplanung im Bankbetrieb entwickelt werden kann.

Als Planungsobjekte sind vereinfachend neben den Wertpapieren die liquiden Mittel und die Kredite zu nennen. Da die Barreserve ertraglos ist und von anderen Kriterien als Rentabilitätsgesichtspunkten determiniert wird, konzentriert sich die Frage auf die Anwendbarkeit der Portfolio-Theorie bei der Planung des Bestandes an Krediten.

Voraussetzung hierfür ist die Qualifizierung des Kredits als Anlageobjekt für die Überschußkasse der Bank[1], wie sie für das Wertpapier zutrifft. In älteren bankbetrieblichen Untersuchungen wird die Entscheidung über die Kreditvergabe mit dem Begriff der "Kreditgewährung" belegt. Dieser Begriff brachte zum Ausdruck, daß die Bank bei Kreditwürdigkeit Kredite entsprechend der Kreditnachfrage an ihre Bankkunden vergab. Die freien Mittel der Bank wurden daher zunächst dem Kreditgeschäft - als dem Hauptgeschäft der Bank - zur Verfügung gestellt, wobei die Kreditnachfrage das Kreditvolumen bestimmte. Nur wenn über die Kreditnachfrage hinaus

---

1 Zum Begriff der Überschußkasse vgl. Mülhaupt, L., Umsatz-, Kosten- und Gewinnplanung einer Kreditbank, in: ZfhF, NF, 8. Jg. (1956), S. 7 ff., insbes. S. 15.

freie Mittel vorhanden waren, stellte sich die Frage, wie diese Mittel angelegt werden sollten. Diese wurden in der Regel in Wertpapieren investiert. Zwar konnten Liquiditäts- und Sicherheitsaspekte zu einer Einschränkung der Kreditvergabe und zu einer entsprechend höheren Wertpapieranlage führen[1], im Grundsatz jedoch war der Bestand an Krediten fremddeterminiert.[2]

Die durch einen Rückgang der Kreditnachfrage ausgelöste Effektenanlage führte insbesondere bei den amerikanischen Commercial Banks zu einem erheblichen Bestand an Wertpapieren.[3] Diese Banken sind als erste Institute dazu übergegangen, von einer Kreditgewährung im alten Sinne abzugehen und stattdessen das kreditnehmende Unternehmen als Investitionsobjekt zu betrachten. Die Banken ergreifen nunmehr gezieltere Maßnahmen als bisher zur Verbesserung der Kreditnehmerstruktur, indem sie beispielsweise den Markt für Kleinkredite erschließen oder an potente Kunden im Großkreditgeschäft herantreten. Die Kreditgewährung im herkömmlichen Sinne ist damit abgelöst worden durch den Erwerb von Kreditverhältnissen, so daß der Erwerb einer Kreditbeziehung sich nicht grundsätzlich von dem Erwerb eines Wertpapieres unterscheidet.

Diese geänderte Anschauung, daß auch der Bankkredit in gleicher Weise wie andere Vermögenswerte als Anlageobjekt anzusehen ist, hat seinen Niederschlag darin gefunden, daß gleichberechtigt von

---

1 Vgl. Robinson, R.I., The Management of Bank Funds, Sec. Edition, New York - San Francisco - Toronto - London 1962, S. 131.

2 Vgl. Schneider, G., Zur Planung von Bankportefeuilleentscheidungen, Frankfurt a.M. 1970, S. 95 ff.

3 Vgl. Willners, G., Die Wertpapieranlage der Kreditbanken und ihre Bestimmungsfaktoren, Wiesbaden 1966, S. 73 ff.

Kredit- und Wertpapierportefeuilles gesprochen wird, die in der amerikanischen Literatur mit den Begriffen Loan bzw. Investment Portfolio belegt werden.[1] Der Bestand an Krediten ist damit nicht mehr fremddeterminiert, sondern unterliegt den Anlagemaximen, die auch für die Anlageplanung des Wertpapierportefeuilles zutreffen.[2]

b) Die Anwendung der Portfolio-Theorie auf die Planung des Kreditportefeuilles

1) Die formale Übertragung der Portfolio-Theorie auf das Kreditgeschäft

Bei der Planung des Kreditportefeuilles kann daher grundsätzlich auf die Portfolio-Theorie zurückgegriffen werden. Allein die formale Anwendung dieses Instrumentariums auf die Kreditvergabe der Bank - wie es in der Literatur zum Teil der Fall ist -, indem für einen bestimmten Kredit Ertrags- und Risikowert als vorgegeben betrachtet werden, kann jedoch keine ökonomisch bedeutungsvollen Aussagen liefern, die über die bereits bei der Theorie der Wertpapiermischung abgeleiteten Ergebnisse hinausgehen. Die ökonomisch relevanten Probleme bei der Planung der Bankkredite mit Hilfe der Theorie der

---

1 Diese Anschauung liegt der Konzeption der Kreditbank als Institutional Investor zugrunde; nach dieser Konzeption zielt die Geschäftspolitik der Kreditbank auf die optimale Investition eines gegebenen Kapitals im Bereich des Kredit- und Wertpapiergeschäfts ab; vgl. Siebel, H.D., Die Bankbetriebslehre in den Vereinigten Staaten von Amerika, Diss. Marburg 1968, S. 118 ff.

2 Dieser Aspekt wird vor allem von Büschgen betont, der das Kreditgeschäft als Anlagegeschäft und die Kreditvergabeentscheidung als Investitionsentscheidung bezeichnet; vgl. Büschgen, H.E., Bankbetriebslehre, Wiesbaden 1972, S. 352.

Portfolio-Selection treten im Bereich der Daten auf, die für einen derartigen Planungsansatz benötigt werden. Denn es stellt sich die Aufgabe, unter Berücksichtigung der Unsicherheit den Erwartungswert und die Varianz des Ertrages aus einer einzelnen Kreditbeziehung abzuleiten. Es sind daher zunächst die Bestimmungsgründe des Kreditrisikos aufzuzeigen; ferner ist die Ableitung und Analyse der Entscheidungsdeterminanten für die Planung des Kreditportefeuilles auf der Basis der Portfolio-Theorie vorzunehmen.

2) Die Probleme einer Anwendung der Portfolio-Theorie auf die Planung des Kreditportefeuilles

(a) Das Existenz- und Kapitalstrukturrisiko als Bestimmungsgründe des Kreditrisikos

Bei der Kreditgewährung ergibt sich für die Bank infolge der Unsicherheit der Daten ein Kreditrisiko, das darin besteht, daß die vereinbarten Zins- und Tilgungszahlungen nicht oder nicht rechtzeitig vom Kreditnehmer geleistet werden und damit Ungewißheit über die Rückzahlung des Kreditbetrages einschließlich der Zinsen gegeben ist. Die Fähigkeit der Unternehmung, den Kredit vereinbarungsgemäß zu tilgen und zu verzinsen, wird - wenn man zunächst von Kreditsicherheiten absieht - von dem erwarteten zukünftigen Erfolg der Unternehmung bestimmt. Besteht vollkommene Voraussicht, kennt also die Bank den Zukunftserfolg der um Kredit nachfragenden Unternehmung, dann wird sie den Kredit gewähren, sofern aus dem Zukunftserfolg die Kreditverpflichtungen erfüllt werden können. Es ist jedoch davon auszugehen, daß für das kreditgebende Institut - wie für die Unternehmung - der Zukunftserfolg in der Regel nicht mit Sicherheit bekannt ist. Dies impliziert allerdings nicht, daß für die Kreditgewährungsentscheidung unter Unsicherheit keine verläßlichen Daten abgeleitet werden können, die für die Unterscheidung über die Gewährung oder Ablehnung eines Kredits von Bedeutung sind.

In den der Kreditgewährung vorausgehenden Kreditverhandlungen versucht die Bank, die Kreditwürdigkeit des Schuldners zu erkennen. Ziel der Kreditwürdigkeitsprüfung ist einmal die Beantwortung der Frage, "ob die Person des Kreditnehmers (oder bei Gesellschaften die der Haftenden und der Geschäftsleiter) das bei der Entscheidung über die Hergabe von Krediten notwendige Vertrauen rechtfertigt"[1], ob der Schuldner also seinen Zahlungsverpflichtungen nachkommen will. Da die Beziehung Bank - Kunde i.d.R. eine langfristige Geschäftsverbindung darstellt, wird die Bank oftmals in der Lage sein, die Zahlungsmoral des Kunden aufgrund des Verhaltens bei früheren Kreditverhältnissen verläßlich zu beurteilen.

Im Rahmen der Kreditwürdigkeitsprüfung sind zum anderen Informationen über die zukünftige wirtschaftliche Lage des Kreditnehmers einzuholen, die auf die Zahlungsfähigkeit des Schuldners schließen lassen.[2] Gerade den Banken ist es möglich, eine Vielzahl von Informationen über die kreditnehmende Unternehmung zu erhalten. Denn sie brauchen sich häufig nicht auf die externe Bilanzanalyse zu beschränken, sondern erhalten oftmals aufgrund ihrer Verhandlungsmacht Einblick in innerbetriebliche Unternehmenspläne wie Finanz- und Investitionspläne; diese Beziehung zwischen Unternehmung und Hausbank findet den stärksten Ausdruck darin, daß die Bank im Aufsichtsrat der Unternehmung vertreten ist und ihr damit verläßliche Informationen über die Lage der Unternehmung zugänglich sind. Zum anderen ermöglicht es der Zahlungsverkehr, den die Unternehmung mit ihren Lieferanten und Kunden abwickelt und der zum großen Teil über Konten bei der kreditgebenden Bank geleitet wird.

---

1 Krümmel, H.-J., Zur Bewertung im Kreditstatus, in: ZfhF, NF, 14. Jg. (1962), S. 137.

2 Vgl. Wächtershäuser, M., a.a.O., S. 101.

Einblick in die Umsätze des Kreditnehmers zu bekommen, die auf die wirtschaftliche Lage schließen lassen.[1] Die Verflechtung eines jeden Unternehmens mit der Gesamtwirtschaft macht es ferner für den Kreditgeber unerläßlich, die Abhängigkeit der Unternehmung von der allgemeinen wirtschaftlichen Entwicklung und der Entwicklung des speziellen Wirtschaftszweiges zur Bestimmung des Kreditrisikos zu untersuchen. "Die Banken besitzen im allgemeinen auch gute Informationen über den Trend der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, über den Zustand der Geld- und Kapitalmärkte und über die Aussichten und Gefährdungen des Wirtschaftszweiges, dem das von ihnen mit Kredit zu versorgende Unternehmen angehört".[2]

Die Vorstellung der Bankleitung über den Zukunftserfolg der Unternehmung, die als Ergebnis der Kreditwürdigkeitsprüfung resultiert, findet ihren Ausdruck in einer Wahrscheinlichkeitsverteilung für diese Größe. Die Wahrscheinlichkeitsverteilung des Zukunftserfolges gibt an, daß der Zukunftserfolg unterschiedlich ausfallen kann, wobei den alternativen Zukunftssituationen subjektive Wahrscheinlichkeiten zugeordnet sind. Die in alternativen Zukunftslagen erwarteten Zahlungsströme, die sich aufgrund der Entscheidungen in der güterwirtschaftlichen Sphäre, d.h. im Bereich von Beschaffung, Produktion und Absatz, ergeben, bringen das Existenzrisiko oder leistungswirtschaftliche Risiko[3] zum

---

1 Vgl. Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. III, a.a.O., S. 194.

2 Ebenda.

3 In der angelsächsischen Literatur wird zwischen dem "business risk" und "financial risk" unterschieden, die mit den Begriffen Existenzrisiko bzw. leistungswirtschaftliches Risiko und Kapitalstrukturrisiko bzw. finanzielles Risiko belegt werden; vgl. Sroka, K., Probleme der Messung der Fremdfinanzierungsrisiken und deren Bedeutung in der Theorie der finanziellen Führung, Diss. Frankfurt a.M. 1966, insbes. S. 61 ff.; Schemmann, G., Zielorientierte Unternehmensfinanzierung, Köln und Opladen 1970, S. 87 ff.

Ausdruck. Wird der für jede Datensituation erwartete Zukunftserfolg auf das eingesetzte Gesamtkapital bezogen, dann läßt sich das allgemeine leistungswirtschaftliche Risiko der Unternehmung durch eine Wahrscheinlichkeitsverteilung der erwarteten Rendite auf das Gesamtkapital r_i kennzeichnen. Im Rahmen einer solchen Wahrscheinlichkeitsverteilung mehrerer möglicher Werte, "in denen also die Vorstellung der Bank über die Gefährdungen des Ertragspotentials ihrer um die Gewährung von Krediten nachsuchenden Kunden zum Ausdruck kommen, finden die Überlegungen der Bank ihren abstrakten Ausdruck, wenn sie vor der Entscheidung steht, die Verschuldung eines Unternehmens durch die Gewährung von Krediten zu erhöhen".[1]

In der Rendite auf das Gesamtkapital sind die Kosten des Fremdkapitals nicht enthalten. Bezieht man auch die Kosten des Fremdkapitals in die Analyse ein, dann läßt sich aus der Verteilung für die Rendite r_i eine Verteilung der Rendite r_e des eingesetzten Eigenkapitals ableiten, die das Kapitalstrukturrisiko kennzeichnet. Durch eine Erhöhung des Fremdkapitalanteils am Gesamtkapital bei gleichbleibendem leistungswirtschaftlichen Risiko erhöht sich die Eigenkapitalrendite r_e, solange die erwartete Unternehmensrendite r_i über dem Fremdkapitalzins r_s liegt. Dieser Anstieg der Eigenkapitalrendite, im angelsächsischen Bereich als "leverage-effect" bezeichnet, beinhaltet die Hebelwirkung wachsender Verschuldung auf die Eigenkapitalrentabilität der Unternehmung.[2] Im Regelfall ist jedoch davon auszugehen, daß in mindestens einer erwarteten Datensituation die erwartete Unternehmensrendite r_i kleiner

---

1 Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. III, a.a.O., S. 196.

2 Vgl. hierzu vor allem Barges, A., The Effect of Capital Structure on the Cost of Capital, Englewood Cliffs, N.J. 1963, S. 8 ff.

als der Zinssatz für das aufgenommene Fremdkapital sein wird, so daß die Unternehmung einen Verlust erleidet; in diesem Fall ergibt sich eine negative Eigenkapitalrendite, die einen umso niedrigeren Wert annimmt, je höher die Verschuldung und damit die Zinslast ist. Der Grund für das Entstehen einer Wahrscheinlichkeitsverteilung über die Rückzahlungsbeträge, das Kreditrisiko, liegt damit in dem Unternehmensrisiko des Schuldners, in dem das Existenz- und Kreditrisiko zusammengefaßt sind.[1]

(b) Die Ermittlung des Kreditrisikos der Bank im traditionellen Ansatz Hodgmans

Mit der Frage, ob die Bank einen Kredit - auch im Hinblick auf das Kreditportefeuille - unter diesem Aspekt des Kreditrisikos gewähren oder ablehnen soll oder die Kreditgewährung an weitere Bedingungen, wie die Stellung von Sicherheiten knüpfen soll, hat sich die bankbetriebliche Literatur bis auf einige wenige Ansätze im angelsächsischen Bereich bisher kaum auseinandergesetzt. Ein erster theoretischer Ansatz geht auf Hodgman im Jahre 1960 zurück, der eine ausführliche Diskussion ausgelöst hat.[2] Da Hodgmans Konzeption der Bestimmung des

1 Vgl. Schneider, D., Investition und Finanzierung, a.a.O., S. 463.

2 Vgl. Hodgman, D.R., Credit Risk and Credit Rationing, in: QJoE, Vol. 74 (1960), S. 258 ff.; derselbe, Credit Risk and Credit Rationing: Reply, in: QJoE, Vol. 75 (1961), S. 319 ff.; derselbe, Credit Risk and Credit Rationing: Reply, in: QJoE, Vol. 76 (1962), S. 488 ff.; Chase, S.B. Jr., Credit Risk and Credit Rationing: Comment, in: QJoE, Vol. 75 (1961), S. 319 ff.; Miller, M.H., Credit Risk and Credit Rationing: Further Comment, in: QJoE, Vol. 76 (1962), S. 480 ff.; Ryder, H.E. Jr., Credit Risk and Credit Rationing: Comment, in: QJoE, Vol. 76 (1962), S. 471 ff.; Hester, D.D., An Empirical Examination of a Commercial Bank Loan Offer Function, in: Yale Economic Essays, Vol. 2 (1962), S. 3 ff., insbes. S. 15; Catt, A.J.L., Credit Risk and Credit Rationing: Comment, in: QJoE, Vol. 77 (1963), S. 505 ff.; Freimer, M./Gordon, M.J., Why Bankers Ration Credit, in: QJoE, Vol. 79 (1965), S. 397 ff.; Kane, E.J./Malkiel, B.G.,

Kreditrisikos in den nachfolgenden Beiträgen nicht grundsätzlich in Frage gestellt wurde, erscheint es notwendig, den Ansatz von Hodgman, der die Basis der bisher vorgenommenen Analyse bildet, einer Untersuchung zu unterziehen.

Hodgman ging es nicht allein um eine Erörterung darüber, wie sich Banken im Kreditgeschäft unter Berücksichtigung des Kreditrisikos verhalten sollen. Hodgmans Ziel war es vielmehr, einen Beitrag zur Erklärung des Phänomens der Kreditrationierung (credit rationing) zu leisten.

Die in der Bankpraxis der Vereinigten Staaten beobachtete Erscheinung der Kreditrationierung besagt, daß der Kreditgeber nicht bereit ist, sein Kreditangebot über einen bestimmten Betrag hinaus auszudehnen, auch wenn der Kreditnehmer gewillt ist, höhere Zinsen zu zahlen. Der Preismechanismus für Angebot und Nachfrage nach Krediten gegen Zahlung von Zinsen wird von einem bestimmten Kreditbetrag an nicht mehr wirksam, wie hoch auch immer die Zinsgebote des Kreditnehmers sind, obwohl die Kreditkapazität der Bank nicht erschöpft ist. Dieses Problem wurde zunächst unter volkswirtschaftlichem Aspekt erörtert, indem untersucht wurde, welche Wirkung die Geldpolitik der Notenbank auf das Kreditvergabeverhalten der Banken ausübt. Ein anderer Erklärungsversuch, warum das Kreditangebot nicht durch steigende Zinsen ausgedehnt wurde, bezog sich auf die oligopolistische Struktur des Kreditmarktes, die zu einer Zinskonstanz führe, sowie auf die gesetzlich zulässigen Höchstzinssätze.

Betriebswirtschaftliche Aspekte zur Interpretation der Erscheinung der Kreditrationierung und zu den Bestimmungsgründen des Entscheidungsprozesses im Kreditgeschäft unter Berücksichtigung der

Unsicherheit wurden erstmals von Hodgman vorgetragen. Hodgman geht davon aus, daß die Fähigkeit des Kreditnehmers, mindestens einen bestimmten Geldbetrag y zurückzuzahlen, durch eine Funktion Ø (y) beschrieben werden kann, die in ihrem Verlauf typisch für alle Kreditnehmer ist. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein Schuldner mindestens den Betrag von 0 DM zurückzahlen kann, ist offensichtlich Ø (y = 0) = 1, der Schuldner kann diesen Betrag mit Sicherheit zurückzahlen. Die Rückzahlungsfähigkeit wird nach Hodgman mit steigendem Betrag immer geringer. Für niedrige Werte von y ist die Rückzahlungsfähigkeit noch sehr groß, so daß die Rückzahlungswahrscheinlichkeit nahe bei 1 liegen wird. Von einem bestimmten Betrag an erwartet der Kreditgeber jedoch, daß die Fähigkeit des Kreditnehmers, seine Kreditverpflichtungen zu erfüllen, stark abnimmt; schließlich gibt es einen Betrag y = m, bei dem erwartet wird, daß der Schuldner mindestens diesen Betrag mit Sicherheit nicht zurückzahlen kann: Ø (y = m) = 0. Aufgrund dieser Annahme ergibt sich nach Hodgman die in Abbildung 10 wiedergegebene typische Verteilung Ø (y) für die Fähigkeit des Kreditnehmers, mindestens einen Betrag y zurückzuzahlen.[1]

---

1 Dem Schaubild können etwa die folgenden Werte zugrunde liegen:

Kreditbetrag	0	200	300	400	500	600	700	900
Ø (y)	1,0	0,95	0,85	0,70	0,50	0,35	0,20	0,00
1-Ø (y)	0,0	0,05	0,15	0,30	0,50	0,65	0,80	1,00

Die Wahrscheinlichkeit, daß beispielsweise mindestens 200 Geldeinheiten (GE) zurückgezahlt werden, ist Ø = 0,95; die Wahrscheinlichkeit einer Rückzahlung von höchstens 200 GE beträgt dann entsprechend 1 - Ø (y) = 0,05.

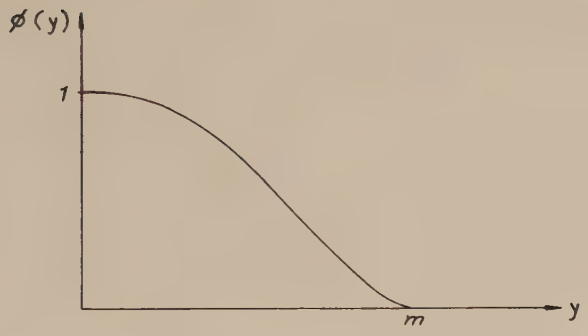

Abb. 10: Die Funktion $\bar{\emptyset}(y)$

Der tatsächliche, unbekannte Rückzahlungsbetrag Y, der vom Kreditnehmer erlangt werden kann, wenn dieser den Betrag s zurückzahlen muß, ist eine Zufallsvariable. Dabei ist davon auszugehen, daß der Schuldner den vereinbarten Betrag entrichtet, sofern er dazu in der Lage ist (Y = s) oder anderenfalls (Y < s) soviel wie möglich. Damit gilt

$$P(Y \leq s) = 1 - \bar{\emptyset}(y) \quad , \; y < s$$
$$P(Y = s) = \bar{\emptyset}(s) \quad .$$

Für die Zufallsvariable Y ergibt sich daher die in Abbildung 11 dargestellte Verteilungsfunktion $P(Y \leq y)$.[1]

1 Besteht z.B. die Rückzahlungsverpflichtung aus Tilgung und Zinsen von S = 700 GE, dann ist die Wahrscheinlichkeit, daß ein Betrag von 700 GE zurückgezahlt wird, höchstens 1, da die Unternehmung selbstverständlich nicht mehr als den Schuldbetrag entrichtet, obwohl sie größere Beträge als 700 GE zurückzahlen könnte (hier bis 900 GE).

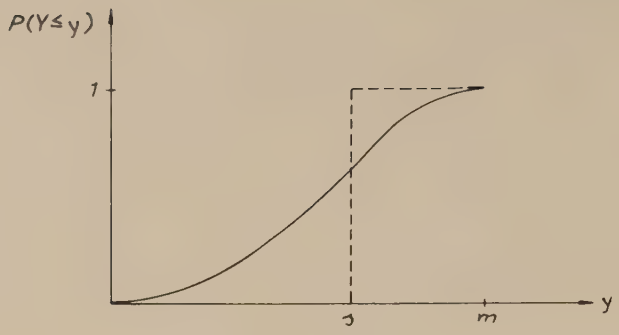

Abb. 11: Die Verteilungsfunktion P(Y y)

Ausgehend von der Verteilungsfunktion, die aussagt, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein Betrag höchstens zurückgezahlt wird, ist die Dichtefunktion zu bestimmen.

Die Dichtefunktion -Ø' (y) ergibt sich durch Differentiation der Verteilungsfunktion

$$-Ø'(y) = \frac{d[-P(Y \leq y)-]}{dy}$$

Für die Dichtefunktion folgt daher der in Abbildung 12 dargestellte Verlauf.

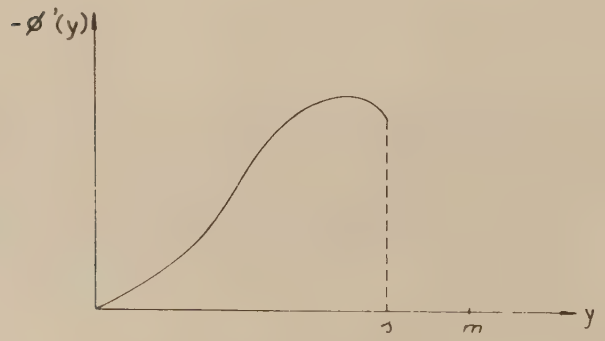

Abb. 12: Die Dichtefunktion -Ø' (y)

Nach der Ableitung der Dichtefunktion stellt sich die Frage, welchen ursprünglichen Kreditbetrag a die Bank bei einem bestimmten Kreditzins gewähren soll, und welche Kreditrückzahlungsverpflichtung s damit dem Schuldner auferlegt wird. Aus Abbildung 12 erkennt man, daß die Bank sicherlich keinen Betrag vergeben wird, dessen Rückzahlung s den Betrag m übersteigt. Damit tritt auch hier das Problem auf, nach welchen Parametern der Verteilung sich die Bank bei der Bestimmung des optimalen Kreditbetrages richten soll.

Hodgman schlägt vor, der Entscheidung den Erwartungswert des Rückzahlungsbetrages und den Erwartungswert des Verlustes (als Risikomaß) zugrunde zu legen. Der Erwartungswert des Rückzahlungsbetrages ergibt sich als

$$E(Y) = \int_0^s -y\emptyset'(y)dy+sP(Y=s) \ .$$

Der Erwartungswert steigt mit zunehmendem Kreditbetrag und erreicht mit steigender Rückzahlungsverpflichtung s einen Grenzwert.

Ein Verlust Z tritt dann ein - Hodgman betrachtet allein den Verlust des eingesetzten Kapitals, nicht das Ausbleiben der Zinszahlungen -, wenn der Rückzahlungsbetrag kleiner als der Kreditauszahlungsbetrag ist. Somit gilt für Z

$$Z = \begin{cases} 0 & \text{für } Y \geq a \\ a-Y & \text{für } Y < a \ . \end{cases}$$

Dann ist der Erwartungswert der Verluste

$$E(Z) = \int_0^a (a-y)[-\emptyset'(y)]dy = a - \int_0^a \emptyset(y)dy \ , \ a \leq s$$

$$E(Z) = a - \int_0^s \emptyset(y)\,dy, \ a > s.$$

Im Gegensatz zum Erwartungswert des Rückzahlungsbetrages, der einem Grenzwert zustrebt, wächst der Erwartungswert des Verlustes mit dem Kreditauszahlungsbetrag a.

Hodgman geht davon aus, daß die Bank die Entscheidung über ihr Kreditangebot am Erwartungswert des Rückzahlungsbetrages E(Y) und dem erwarteten Verlust E(Z) ausrichtet, und zwar auf der Basis des Quotienten E(Y)/E(Z). Ist am Kreditmarkt ein bestimmtes Verhältnis zwischen dem erwarteten Rückzahlungsbetrag und dem erwarteten Verlust E(Y)/E(Z) vorgegeben, dann muß der Kreditnehmer, um den Kreditbetrag a zu erhalten, einen solchen Rückzahlungsbetrag s gewährleisten, damit die Ertrags-Risikokombination seines Kredits derjenigen des Marktes entspricht. Aufgrund der Beziehung $r = \frac{s-a}{a}$ bedeutet ein höherer Rückzahlungsbetrag s eine Erhöhung des Zinsangebots r. Der Kreditnehmer muß daher zur Anpassung an die Marktverhältnisse höhere Zinsen bieten, um den Kreditbetrag von der Bank zu erhalten. Mit steigenden Zinsen und damit steigendem Rückzahlungsbetrag ist jedoch einmal der Punkt m erreicht; bei diesem Punkt erwartet die Bank, daß der Schuldner mit Sicherheit nicht in der Lage sein wird, diesen Betrag zurückzuzahlen. Die Bank wird daher nicht mehr Kredit a zu einem bestimmten Zinssatz r gewähren, wenn der sich daraus ergebende Rückzahlungsbetrag s den Wert m übersteigt. Damit hat nach Hodgman die bankbetriebliche Angebotsfunktion von Kredit den typischen Verlauf, der in Abbildung 13 dargestellt ist.

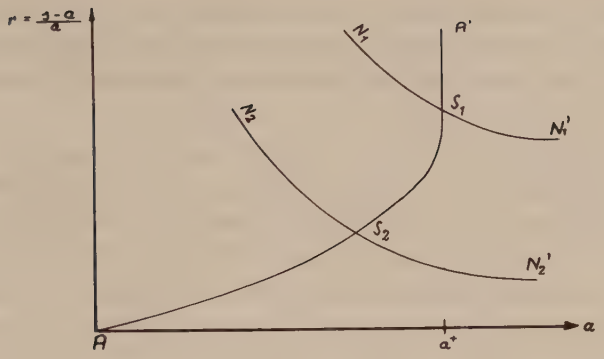

Abb. 13: Die Kreditangebotsfunktion der Bank

Der vertikale Ast der Kreditangebotsfunktion spiegelt den Fall der Kreditrationierung wider: Die Bank ist nicht bereit, ihr Kreditangebot a trotz steigender Zinsen über den Betrag a^+ zu erhöhen. Hodgman führt damit das Phänomen der Kreditrationierung auf betriebswirtschaftliche Faktoren zurück, nämlich auf die Funktion $\emptyset$ (y), die angibt, wie die Bank die Fähigkeit des Kreditnehmers zur Rückzahlung eines Geldbetrages einschätzt.

Hodgman untersucht jedoch nicht allein das Kreditrisiko des Fremdkapitalgebers und die daraus abgeleitete Kreditrationierung, Ziel seines Konzeptes ist es auch, einen Beitrag zur Bestimmung des optimalen Kreditportefeuilles zu leisten. Dabei wendet er zur Ableitung des optimalen Kreditportefeuilles die oben genannten Kriterien, den Erwartungswert des Rückzahlungsbetrages und den Erwartungswert des Verlustes an und bedient sich - wie in der Portfolio-Theorie - der bekannten Indifferenzkurvenanalyse.

(c) Die Ableitung und Analyse der Entscheidungsdeterminanten für die Planung des Kreditportefeuilles auf der Basis der Portfolio-Theorie

Die Konzeption Hodgmans weist jedoch erhebliche Schwächen auf - dies gilt auch für die Mehrzahl der danach erschienenen Beiträge -, die im einzelnen aufgezeigt werden sollen. Ausgehend von der kritischen Würdigung des traditionellen Ansatzes einer Kreditanlageentscheidung unter Unsicherheit, wird in dieser Arbeit versucht, eine Ableitung und Analyse der Entscheidungsdeterminanten im Kreditgeschäft auf der Basis der Portfolio-Theorie vorzunehmen.

Betrachtet man diesen ersten Ansatz zur Theorie einer Kreditangebotsentscheidung unter Unsicherheit, dann tritt die grundlegende Frage auf, ob die Fragestellung, wieviel Kredit die Bank einem Kreditnehmer gewähren soll, überhaupt sinnvoll ist.[1] Auf den ersten Blick erscheint es fraglich, daß der Schuldner alternative Kreditmengen nachfragt bzw. die Bank solche anbietet. Vielmehr scheint es so zu sein, daß ein Kredit über einen bestimmten Betrag entweder gewährt oder abgelehnt wird. Dieses erste Ergebnis muß jedoch zurückgewiesen werden. Zwar ist es zutreffend, daß die Kreditanträge auf einen bestimmten Betrag lauten und nicht alternative Kreditbeträge nachgefragt werden. Zwischen der Bank und der um Kredit nachsuchenden Unternehmung besteht jedoch in der Regel eine Dauerverbindung. Die Unternehmung ist bereits Kreditnehmer und fragt um einen weiteren Kredit nach, der auf einen festen Betrag lautet, so daß die gesamte Verschuldung, die allein für die Beurteilung durch die Bank entscheidend ist,

1 Vgl. Schneider, D., Investition und Finanzierung, a.a.O., S. 461.

innerhalb gewisser Grenzen variiert wird. Da die Gesamtverschuldung des Kreditnehmers alternative Höhen annehmen kann, ist infolgedessen die Annahme verschieden hoher Kreditbeträge durchaus zulässig. Hinzu kommt, daß für den Kreditnehmer ein geringerer Kreditbetrag als der beantragte Kredit, falls die Bank eine Variation des Betrages vornimmt, durchaus noch sinnvoll ist, da er sich zusätzlich noch bei anderen Fremdkapitalgebern verschulden bzw. Fremdkapital durch Eigenkapital substituieren kann.

Ein grundsätzlicher Einwand gegen den Ansatz von Hodgman ergibt sich aus der dem Modell zugrunde liegenden Präferenzstruktur. Hodgman ist der Ansicht, daß als Risikomaß der Erwartungswert des Verlustes, als Ertragsmaß der Erwartungswert des Rückzahlungsbetrages Grundlage der Entscheidung bilden sollen. Einer Entscheidung nach diesen beiden Parametern liegt jedoch eine Risikoeinstellung zugrunde, die für die bankbetriebliche Programmplanung nicht zutrifft. Denn die Verwendung dieser beiden Parameter setzt eine lineare Risikonutzenfunktion und damit ein risikoneutrales Verhalten des Bankleiters voraus. Der Einwand einer unzutreffenden Risikoeinstellung muß auch gegen den Beitrag von Jaffee und Modigliani[1] erhoben werden, die den Ansatz Hodgmans weiter entwickelten, da diese ebenfalls eine lineare Risikonutzenfunktion unterstellen. Da Banken als konservative Kreditgeber gelten, ist der Ansatz Hodgmans mit der Risikoabneigung der Banken nicht zu vereinbaren.

Da in Hodgmans Beitrag und in einigen der nachfolgenden Diskussionen nicht vom typischen Risikoverhalten ausgegangen wird und damit nicht das (μ,σ)-Prinzip die Grundlage der Entscheidung ist,

---

1 Vgl. Jaffee, D.M./Modigliani, F., A Theory and Test of Credit Rationing, in: AER, Vol. 59 (1969), S. 850 ff.

ist es auch nicht möglich, bei der Bestimmung des optimalen Kreditportefeuilles die Beziehungen zwischen den erwarteten Rückzahlungsverteilungen der einzelnen Kredite zu berücksichtigen. Denn dieses kann - wie die Planung des Wertpapierportefeuilles zeigt - nur bei Verwendung der Varianz als Risikomaß erfolgen. Ebenso wie bei Wertpapieren ist es aber auch bei Krediten unerläßlich, die Korrelation zwischen den Krediten zu beachten. Denn die Rückzahlung eines Kredits hängt ganz wesentlich davon ab, ob auch andere Kreditverpflichtungen erfüllt werden. Nicht umsonst nehmen die Banken auch im Kreditgeschäft eine Streuung ihrer Kredite über möglichst viele Branchen vor. Da die Fähigkeit der Unternehmung, ihren Tilgungs- und Zinszahlungen nachzukommen, von der Ertragslage bestimmt wird und diese in hohem Maße von der speziellen Entwicklung der Branche abhängig ist, zu der das Unternehmen zählt, müssen die Kovarianz- bzw. Korrelationsbeziehungen in der Ertragsentwicklung der kreditsuchenden Unternehmungen Niederschlag im Modell finden.

Eine weitere einschränkende Annahme Hodgmans ist in der Auffassung über den Zusammenhang zwischen dem Kreditrisiko der Bank und dem Kreditbetrag begründet. Hodgman geht davon aus, daß die Fähigkeit der Unternehmung, einen bestimmten Geldbetrag zurückzuzahlen, unabhängig vom Kreditbetrag und das Kreditrisiko damit unabhängig von der Höhe des eingeräumten Kredits ist.[1] Damit ist es Hodgman möglich, von einer für alle Unternehmensituationen geltenden, typischen Funktion über die Rückzahlungswahrscheinlichkeiten auszugehen. Nur in dem Fall aber, daß der aufgenommene Kredit reinen Konsumzwecken dient, kann der Bankleiter erwarten, daß die Rückzahlungswahrscheinlichkeit unabhängig vom Kreditbetrag ist.[2] Bei Kre-

1 Vgl. Hodgman, D.R., Credit Risk and Credit Rationning, a.a.O., S. 261, Fußnote 4.

2 Vgl. Chase, S.B., a.a.O., S. 322.

diten an Wirtschaftsunternehmen ist dieser Fall jedoch auszuschließen. Eine allgemeine Aussage darüber, daß die Rückzahlungsfähigkeit mit wachsendem Kreditbetrag zu- oder abnimmt, ist nicht möglich.[1] Denn benötigt eine Unternehmung einen Kredit in Höhe eines bestimmten Betrages zur Durchführung dringender Investitionen, ohne die die wirtschaftliche Lage der Unternehmung erheblich geschädigt würde, dann steigt das Existenzrisiko und damit das Kreditrisiko, wenn die Bank einen geringeren als den erforderlichen Kreditbetrag gewährt. Nicht umsonst stehen die Banken im Kreditgeschäft häufig vor der Alternative, ob sie einem bei ihnen bereits verschuldeten Kreditnehmer weitere Kreditzugeständnisse machen sollen oder nicht. Lehnt man ab, dann ist der Ausfall der bereits bestehenden Kreditforderung fast sicher. Akzeptiert man, dann kann eine genügend große Wahrscheinlichkeit dafür gegeben sein, daß der Schuldner den gesamten Kreditverpflichtungen

---

1 Die Fragwürdigkeit der Argumentation Hodgmans wird auch deutlich, wenn man die Annahme untersucht, daß der Kreditgeber dem Schuldner kein Kapital mehr überläßt, wenn dessen Rückzahlungsbetrag die Höhe von m übersteigt; denn die Bank ist nach Hodgman absolut sicher, daß jedes weitere Zugeständnis zu einer Insolvenz des Kreditnehmers führt. Die Bank erwartet damit, daß der Schuldner, welche Mittelverwendung er auch immer realisieren wird, unter keinen Umständen in der Lage ist, die Tilgung und Verzinsung des Kredits vorzunehmen. Dann aber ist die Annahme, daß der Schuldner gleichwohl einen solchen Kreditbetrag überhaupt nachfragt, unverständlich. Wenn die Bank bezüglich der Verwendung des Kreditbetrages absolut sicher ist, daß die finanziellen Mittel verlorengehen, wird die Unternehmung in ihren Erwartungen über die Investition dieses Betrages nicht vollkommen konträr eingestellt sein. Es kann daher sinnvollerweise - im Modell Hodgmans - nicht angenommen werden, daß die Unternehmung eine weitere Kreditnachfrage entfaltet, wenn die Bank ihr Angebot nicht mehr auszudehnen bereit ist. Die Kreditnachfragekurve der Unternehmung kann daher die Kreditangebotsfunktion der Bank nicht im vertikalen Ast schneiden, sondern beispielsweise im Punkt S_2; vgl. Chase, S.B., a.a.O., S. 325.

nachkommt. Denn das Kreditrisiko kann abnehmen, wenn die Unternehmung durch den Kredit in die Lage versetzt wird, Investitionen vorzunehmen, die das Existenzrisiko der Unternehmung vermindern.

Bei der Ableitung der Kreditangebotsentscheidung der Bank ist zunächst vom leistungswirtschaftlichen Risiko der Unternehmung auszugehen.[1] Die Unternehmung beabsichtigt, ein geplantes Investitionsprogramm durchzuführen; die Investitionsmöglichkeiten werden vom aufzunehmenden Fremdkapitalbetrag determiniert. Der durch die Realisation der Investition erzielbare Erfolg Y der Unternehmung, der sich im statischen Modell vereinfachend als Endeinnahme ergibt, ist eine Zufallsvariable. Die Variable Y ist mit der bedingten Dichtefunktion $f(y|a)$ zufallsverteilt, da der Unternehmenserfolg in Abhängigkeit vom Kreditbetrag zu betrachten ist, so daß zutreffend die Fähigkeit der Unternehmung, einen bestimmten Betrag zurückzuzahlen, als vom Kreditbetrag abhängig angesehen wird.

Sofern das Unternehmensergebnis größer als die Rückzahlungsverpflichtung ist, wird die Unternehmung den Kreditbetrag einschließlich Zinsen vereinbarungsgemäß zurückzahlen. Fällt das Unternehmensergebnis kleiner als der Rückzahlungsbetrag aus, dann wird der Ertrag der Unternehmung voll zur Erfüllung der Verbindlichkeiten gegenüber der kreditgewährenden Bank verwendet.

---

1 Mit der Analyse der Kreditangebotsentscheidung der Bank auf der Grundlage einer quadratischen Risikonutzenfunktion setzt sich auch Miller auseinander, ohne jedoch den entscheidenden Aspekt der Sicherheiten zu berücksichtigen; ferner wird die Abhängigkeit zwischen dem Existenzrisiko und dem Kreditvolumen nicht adäquat erfaßt; vgl. Miller, M.H., a.a.O., S. 480 ff.

Die Bank kann daher aus diesem Kreditverhältnis zunächst mit der Endeinnahme W

$$W = \begin{cases} s & \text{für } y \geq s \\ y & \text{für } y < s \end{cases}$$

rechnen, wobei die Rückzahlungsverpflichtung sich aus $s = a(1 + r)$ ergibt.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß im Fall der gänzlichen oder zumindest nicht vollständigen Deckung des Kredits der Bank durch den Kreditausfall Kosten entstehen. Denn bei einer nicht einwandfreien Bedienung eines Kredits durch den Schuldner ist nicht allein damit zu rechnen, daß die Zins- und Tilgungszahlungen ganz oder teilweise ausbleiben. In diesem Fall ergeben sich vielmehr zusätzliche Ausgaben bei den Verfahren zur Behebung der Zahlungsschwierigkeiten des Schuldners (Zahlungsaufschub, Konkurs, Vergleich), die bei der Kreditangebotsentscheidung zu berücksichtigen sind. Die Kosten können mit der Höhe des zurückgezahlten Betrages wachsen, aber auch mit der Differenz zwischen der Rückzahlungsverpflichtung und dem Betrag, den der Schuldner entrichtet. Somit gilt für die Kosten der Bank, wenn man zur Vereinfachung eine lineare Funktion wählt, der Ausdruck

$$K = \begin{cases} 0 & \text{für } y \geq s \\ cy + d(s - y) & \text{für } y < s \;;\; o < c \;,\; d < 1 \end{cases}$$

Die Beziehung für die Endeinnahme der Bank aus dem Kreditverhältnis ist daher unter diesem Aspekt zu erweitern zu:

$$X = \begin{cases} s & \text{für } y \geq s \\ y(1 - c + d) - ds & \text{für } y < s \end{cases}$$

Die Bank gewährt infolge des Kreditrisikos im Regelfall Kredite jedoch nur gegen Sicherheiten. Die Analyse der Kreditangebotsentscheidung der Bank kann daher nicht unabhängig von der Stellung von Sicherheiten erfolgen. Auch diesen Zusammenhang zeigt Hodgman nicht auf. Es ist daher zu berücksichtigen, daß das Kreditrisiko durch die Stellung von Sicherheiten beeinflußt wird und daß sich daraus Auswirkungen auf den dem Kunden einzuräumenden Kreditspielraum ergeben. Für den Fall, daß die Unternehmung den Rückzahlungsbetrag aus dem Kreditverhältnis nicht oder nur teilweise entrichtet, greift die Bank auf die gestellten Sicherheiten zurück, um sie zu verwerten und sich aus dem Erlös in Höhe des anfallenden Kreditbetrages und der sich ergebenden Kosten zu befriedigen. Der Erlös, der durch Verwertung von Sicherheiten erzielt werden kann, ist im allgemeinen nicht definitiv bekannt. Vielmehr kann der erzielbare Erlös nur innerhalb eines gewissen Streubereiches mit unterschiedlichen subjektiven Wahrscheinlichkeiten erwartet werden, so daß hierfür eine Zufallsvariable L anzusetzen ist. Der Erlös aus der Verwertung von Sicherheiten ist im Regelfall nicht unabhängig davon, wie das Unternehmensergebnis des Schuldners ausfällt. Vielmehr ist für die Variable L eine bedingte Dichtefunktion $g(l|y)$ anzusetzen.

Die Endeinnahme aus der Gewährung eines Kredits ergibt sich daher unter Berücksichtigung des Erfolgs der Unternehmung, der Kosten bei einem Kreditausfall und des Erlöses aus der Verwertung von Sicherheiten als:

$$E = \begin{cases} & s \quad \text{für } y \geq s \\ y(1 - c + d) - ds + l & \text{für } y < s \;;\; k+l<s \\ & s \quad \text{für } y < s \;;\; k+l \geq s \end{cases},$$

wenn $k = y(1-c+d) - ds$ gesetzt wird.

Mit der Formulierung der Beziehung für die erwartete Endeinnahme E aus einer Kreditgewährung läßt sich durch Anwendung des formalen Instrumentariums der Portfolio-Theorie bzw. Risikonutzentheorie das optimale Kreditangebot der Bank bestimmen. Da E eine Funktion von l und y, also $E = \Omega(l,y)$ ist und l und y zufallsverteilt sind mit den Dichten $f(y|a)$ und $g(l|y)$, kann man - falls f und g die geforderten Eigenschaften erfüllen[1] - die Dichtefunktion von E angeben; man erhält eine Funktion der Form $h(E|a)$. Aufgrund der durch Risikoaversion gekennzeichneten Präferenzstruktur im Bankbetrieb sind Erwartungswert und Varianz der Verteilung zu bilden; die Parameter μ und σ der Dichtefunktion werden in Abhängigkeit von a bestimmt, d.h. es gilt $\mu = \mu(a)$ und $\sigma = \sigma(a)$. Über die Präferenzfunktion $\psi(\mu,\sigma)$ läßt sich damit der Präferenzwert als Funktion von a ausdrücken:

$$\zeta(a) = \psi [\bar{\mu}(a), \sigma(a)].$$

Durch Bestimmung des Maximums dieser Funktion kann der optimale Kreditbetrag a abgeleitet werden.[2]

1 Vgl. zu den Funktionen von mehrdimensionalen zufälligen Veränderlichen vor allem Fisz, M., Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik, Berlin 1958, S. 51 ff.

2 Anhand der hier vorgenommenen Analyse kann auch der Frage nachgegangen werden, ob das Kreditangebot der Bank durch steigende Zinssätze beeinflußt werden kann. Mit höheren Fremdkapitalzinsen steigt c.p. die Rückzahlungsverpflichtung s der Unternehmung. Geht man notwendigerweise von einer Risikoabneigung der Bank bei der Planung des einzelnen Kreditengagements aus, dann kann bei einem Anstieg des Fremdkapitalzinses zunächst durchaus der Risikonutzen der Bank steigen. Mit steigenden Rückzahlungsbeträgen wächst jedoch zugleich das Kreditrisiko. Es wird daher einen Zinssatz geben, bei dem der Risikonutzen der Bank ein Maximum erreicht, so daß die Bank von diesem Zinssatz an eine Kreditrationierung vornimmt, d.h. nicht bereit ist, ihr Kreditangebot bei wachsenden Zinssätzen weiter auszudehnen. So stellt auch Fischer zutreffend fest: "Die Banken verfolgen also nicht das Prinzip, erhöhte Kreditrisiken durch erhöhte, im Zins enthaltene Risikoprämien zu absorbieren, sondern sie nehmen eine Kredit-

Entscheidend für die erwartete Endeinnahme bei einem gegebenen Kreditbetrag ist vor allem der Risikoverbund, d.h. das Abhängigkeitsverhältnis zwischen den unsicheren Größen, nämlich der Ertragsstruktur der Unternehmung und den Sicherheiten. Bei der Kreditvergabe gegen Stellung von Sicherheiten sind daher solche Positionen zusammenzufügen, die - das zeigt die Portfolio-Analyse - durch eine negative Korrelation oder zumindest nur durch eine schwache positive Abhängigkeit gekennzeichnet sind.

---

selektion auf die Weise vor, daß sie sich nur bis zu einem bestimmten Risikoniveau zur Kreditgewährung bereit erklären"; Fischer, O., Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der Kapitaltheorie, in: ZfbF, 21. Jg. (1969), S. 33; zur Risikoprämie vgl. auch Süchting, J., Zur Problematik von Kapitalkosten - Funktionen in Finanzierungsmodellen, in: ZfB, 40. Jg. (1970), S. 336 ff.; Schneider, D., Investition und Finanzierung, a.a.O., S. 463.

III. Die Planung der Barreserve des Bankbetriebs

1. Die Planungskonzeptionen auf der Basis von Liquiditätsregeln

Das Ziel der Liquiditätssicherung hat sich zu einem zentralen Problem der Bankbetriebslehre entwickelt. Es sind eine Vielzahl von Dispositionsregeln geschaffen worden, bei deren Beachtung die Zahlungsfähigkeit stets gewährleistet sein soll und die daher die Grundlage bilden für Optimierungsmodelle zur Ableitung gewinnmaximaler Handlungsprogramme. Allerdings hat sich die Ansicht, wie der Bankleiter handeln soll, um dem Ziel der Liquiditätssicherung zu genügen, im Laufe der Zeit erheblich gewandelt.[1]

Die erste Dispositionsregel geht auf Hübner zurück, der - unter dem Eindruck zahlreicher Bankenzusammenbrüche - die Forderung erhob: "Der Credit, den eine Bank geben kann, ohne Gefahr zu laufen,ihre Verbindlichkeiten nicht erfüllen zu können, muß nicht nur im Betrage, sondern auch in der Qualität dem Credite

---

1 Vgl. Mülhaupt, L., Die Goldene Bankregel und ihre Problematik, in: Der langfristige Kredit, 22. Jg. (1971), S. 35 ff.; vgl. ferner die Darstellung bei Braun, W., Das Liquiditätsproblem der Kreditbanken, Stuttgart 1934; Hercog, F., Liquidität und Liquiditätspolitik der Kreditbanken, Petrovgrad 1935; Sturm, V., Der Wandel der Auffassungen über die Liquidität der Kreditbanken, Diss. Frankfurt a.M. 1947; Hintner, O., Zum Liquiditätsproblem der Geschäftsbanken, in: Der Betrieb in der Unternehmung, Festschrift für Wilhelm Rieger zu seinem 85. Geburtstag, Hrsg. J. Fettel und H. Linhardt, Stuttgart 1963, S. 396 ff.; Hoffmann, H., Dispositionsregeln zur Solvenzsicherung von Depositenbanken, Diss. Saarbrücken 1967; Güde, U., Giroeinlagen der Sparkassen, in: Sparkasse, 86. Jg. (1969), S. 269 ff.; Hagenmüller, K.-F., Der Bankbetrieb, Bd. III, a.a.O., S. 346 ff.

entsprechen, welchen sie genießt".[1] Daraus folgt, "daß eine Bank keinen anderen Credit geben darf,als sie empfängt. Sie kann daher mit Geldern, welche jeden Augenblick zurückgefordert werden, nur solche Geschäfte machen, aus welchen sie das Geld ebenfalls jeden Augenblick wieder herauszuziehen vermag".[2] Nach dieser Anweisung,der Goldenen Bankregel, hat der Bankleiter daher jeden einzelnen Kredit mit einer bestimmten Einlage nach Laufzeit und Betrag abzustimmen.

Wagner[3] modifizierte die Goldene Bankregel, indem er zwischen der formellen und materiellen Fristigkeit der Einlagen unterschied. Er erkannte, daß sich die Einleger bei den Sichteinlagen zwar das Recht vorbehalten, täglich darüber verfügen zu können, daß sie davon jedoch keinen Gebrauch machen, weil sie - wie Keynes[4] später feststellte - aus Gründen des Zahlungsverkehrs, zu Spekulationszwecken und aus Gründen der Sicherheit Zahlungsmittel bei der Bank unterhalten. Zudem werden abgezogene Einlagen durch neu gewonnene Einlagen substituiert. Infolge der Prolongation und Substitution der Einlagen bildet sich ein Bodensatz, der für eine längerfristige Kreditgewährung zur Verfügung steht. Der Bankleiter kann daher nach Wagner bis zu einem gewissen, empirisch feststellbaren Grade von der Forderung Hübners abweichen und Kredite gewähren, denen formell kürzerfristige Einlagen gegenüberstehen. Aber auch Wagner hielt daran fest, daß die zeitliche Diskrepanz zwischen Kreditgewährung

---

1 Hübner, O., Die Banken, Leipzig 1854, S. 28.

2 Ebenda, S. 59.

3 Wagner, A., Beiträge zur Lehre von den Banken, Leipzig 1857.

4 Keynes, J.M., General Theory of Employment, Interest and Money, London 1936, S. 165 ff. und S. 194 ff.

und Einlagen nicht zu groß werden darf, indem er feststellte: "Das erste und wichtigste Gesetz des Bankwesens ist, die Art der Verbindlichkeit zum Regulator über Art und gegenseitiges Verhältnis der Bankaktiva, der Sicherheiten und des Barfonds zu machen".[1]

Ein neuer Aspekt in der Diskussion um die Liquiditätssicherung wurde von Knies[2] vorgetragen. Knies forderte nicht eine genaue oder annähernd fristenkongruente Übereinstimmung der Aktiva und Passiva des Bankbetriebs, sondern richtete sein Augenmerk allein auf die Struktur der Aktiva. Er sah die Möglichkeit, daß sich die Bank durch die Monetisierung von Aktiven Zahlungsmittel beschaffen und damit Liquiditätsanspannungen beseitigen kann. Entscheidend für die Liquiditätssicherung ist damit die Eigenschaft der Vermögenswerte, vorzeitig in Zentralbankgeld umgewandelt werden zu können.

Diese Entwicklungsstufen der Goldenen Bankregel lassen sich auch in der amerikanischen bankbetrieblichen Literatur feststellen. Während aber in Deutschland die Bodensatztheorie Wagners sich durchzusetzen vermochte und in der Bankpraxis auch heute noch weite Verbreitung findet, hat in den Vereinigten Staaten die shiftability theory[3] die größere Bedeutung erlangt. Sie stellt darauf ab, daß nicht die Struktur

---

1 Wagner, A., Beiträge zur Lehre von den Banken, a.a.O., S. 167.

2 Knies, K., Geld und Credit, II. Abt., 2. Hälfte, Der Credit, Neudruck Leipzig 1931, S. 242.

3 Vgl. etwa Reed, E.W., Commercial Bank Management, New York-Evanston-London 1963, S. 180; Crosse, H.D., Management Policies for Commercial Banks, Englewood Cliffs, N.J. 1963. S. 195 ff.; Robinson, R.I., a.a.O., S. 328.

der Passiva die Liquidität einer Bank bestimmt sondern diese durch solche Aktiva gewährleistet wird, die im Bedarfsfall veräußert werden können; sie entspricht damit dem Gesichtspunkt von Knies.

Die Bankenkrise von 1931 hatte zur Folge, daß alle Kreditinstitute einer allgemeinen staatlichen Aufsicht unterworfen und Vorschriften über die Liquidität erlassen wurden. Bereits das Kreditwesengesetz von 1934 enthielt daher Bestimmungen über die Liquiditätshaltung der Kreditinstitute, jedoch handelte es sich hierbei um Rahmenbedingungen, die niemals ausgefüllt wurden. Auch die bis 1961 geltenden Kreditrichtsätze der Bank deutscher Länder, die in Richtsatz III forderten, daß die liquiden Mittel 20 v.H. der fremden Gelder nicht unterschreiten sollten, waren keine zwingende Vorschrift; sie wurden jedoch weitgehend "als im eigenen Interesse liegende angemessene Strukturnormen anerkannt und beachtet"[1]. Erst die Grundsätze II und III des BAK stellen verbindliche Strukturnormen bezüglich der Liquidität dar, da das Bundesaufsichtsamt für das Kreditwesen gemäß § 45 KWG in die Geschäftsleitung der Bank eingreifen kann, wenn die Grundsätze nicht eingehalten werden. Nach diesen Vorschriften sollen die kurz- und langfristigen Anlagen grundsätzlich fristenkongruent finanziert werden, wobei in Grundsatz II ein Teil der materiell kurzfristigen Einlagen den langfristigen Finanzierungsmitteln zugeordnet wird. Damit stellt Grundsatz II "für einen sehr bedeutsamen Teilbereich bankgeschäftlicher Tätigkeit einen Finanzierungsleitsatz auf, der an der sog. "goldenen Bank-

1 O.V., Die Grundsätze über das Eigenkapital und die Liquidität der Kreditinstitute gemäß §§ 10 und 11 des Gesetzes über das Kreditwesen, in: Monatsberichte der Deutschen Bundesbank, 14. Jg. (März 1962), S. 3.

regel" in ihrer heutigen, die Transformationsfunktion der Banken berücksichtigenden Fassung orientiert ist".[1]

Die Konzeption der Goldenen Bankregel liegt einer Reihe von Planungsmodellen zugrunde; auch der Lösungsansatz von Meyer zu Selhausen geht auf diese Dispositionsregel zurück.[2] In seiner Untersuchung wird durch die Zeitreihen der Bestände an Sicht-, Termin- und Spareinlagen eine lineare Trendgerade gelegt und die Standardabweichung der Einlagenbestände von der Trendgeraden berechnet. Zur Bestimmung des Bodensatzes einer Einlagenposition für einen künftigen Zeitpunkt werden von dem mittels der Trendgeraden prognostizierten Einlagenbestand λ_1-Standardabweichungen subtrahiert. Den sich damit ergebenden Betrag bezeichnet Meyer zu Selhausen als Schicht der fluktuierenden Mittel, deren Umfang wesentlich von dem Risikofaktor λ_1 bestimmt wird. Durch eine zweite Subtraktion von λ_2-Standardabweichungen ermittelt er eine Schicht der sogenannten relativ stabilen Mittel und erhält schließlich als Restgröße den Bodensatz, d.h. den Bestand an stabilen Mitteln der Bank. Im Anklang an die Goldene Bankregel wird dann durch ein System von Restriktionen eine bestimmte Zuordnung von Aktiv- und Passivpositionen vorgenommen.

In dem Optimierungsansatz von Chambers und Charnes[3]

---

1 O.V., Die Grundsätze über das Eigenkapital und die Liquidität der Kreditinstitute gemäß §§ 10 und 11 des Gesetzes über das Kreditwesen, a.a.O., S. 9.

2 Vgl. Meyer zu Selhausen, H., Die Optimalplanung von Kapitalbeschaffung und Kapitalverwendung einer Kreditbank mit den Methoden der Unternehmensforschung, Köln o.J. (1970), S. 114 ff.; derselbe, Ein Operations-Research-Modell zur Optimalplanung von Aktiv- und Passivgeschäft in der Kreditbank, in: Blätter für Genossenschaftswesen, 117. Jg. (1971), S. 130 ff.

3 Vgl. Chambers, D./Charnes, A., Inter-Temporal Analysis and Optimization of Bank Portfolios, in: Analytical Methods in Banking, Hrsg. K.J. Cohen/F.S. Hammer, a.a.O., S. 67 ff.

wird zwar eine herkunftindifferente Anlage des Mittelaufkommens vorgenommen, die Sicherung der Zahlungsfähigkeit soll jedoch durch eine Restriktion erreicht werden, die auf den Liquiditätsnormen der amerikanischen Bankenaufsicht basiert; die Strukturnorm des Federal Reserve Board beinhaltet neben Elementen der Shiftability-Theorie auch Aspekte der Bodensatztheorie.[1]

Ob überhaupt das bankbetriebliche Liquiditätsproblem durch Anwendung von Strukturnormen wie der Goldenen Bankregel gelöst werden kann, hängt entscheidend davon ab, "wie man die Funktionsweise des Geld- und Kreditsystems deutet".[2] Die Goldene Bankregel sowohl im engen Sinne Hübners als auch in der weiter gefaßten Formulierung Wagners beruht auf der Vorstellung, daß die Einlagen der Bank im Aktivgeschäft "ausgeliehen" werden und die Überlassungsdauer der Einlagen damit zwangsläufig die Kreditfristen bestimmt. Die moderne Kredittheorie[3] sieht das Wesen der Bank aber nicht in einer Kreditvermittlung; die Funktion der Bank besteht vielmehr darin, Kredite auch ohne Zufluß originärer Einlagen selbst zu schaffen. Damit ist aber eine Zuordnung von bestimmten Krediten zu Einlagen wie es bei der Goldenen Bankregel geschieht, nicht vereinbar.

Hinzu kommt, daß der Bank Einzahlungen zufließen, die nicht aus dem Einlagengeschäft resultieren, aufgrund deren sie aber Kredite gewähren kann. Hierauf wies bereits Knies hin; er berück-

---

1 Vgl. Mülhaupt,L./Küllmer,H., Probleme der Entscheidungsfindung im Bankbetrieb, in: Kredit und Kapital, 4. Jg. (1971), S. 177 f; Scheidl, K., Zum Problem bankbetrieblicher Dispositionsregeln, in: Dienstleistungen in Theorie und Praxis, Hrsg. H. Linhardt/P.Penzkofer/P. Scherpf, Stuttgart 1970, S. 175 ff.

2 Gleske, L., Die Liquidität in der Kreditwirtschaft, Frankfurt a.M. o.J., S. 12.

3 Vgl. Macleod, H.D., a.a.O., S. 594; Hahn, A.L., a.a.O., S. 44.

sichtigte aber nur einen Teilaspekt, da der Bank nicht nur Einzahlungen aus der Veräußerung von Aktiven zufließen, sondern unter anderem auch aus ihrem Wertpapierportefeuille. Umgekehrt sind Auszahlungen zu leisten, die nicht aus dem Kredit- und Einlagengeschäft resultieren.

Damit ist offensichtlich, daß die Zahlungsfähigkeit nicht allein durch das Kredit- und Einlagengeschäft bestimmt wird, sondern von einer Vielzahl unterschiedlicher Zahlungsvorgänge abhängig ist. Die Beachtung der Fristenkongruenz vermag daher die Liquidität nicht zu garantieren. Schließlich basiert die Bodensatztheorie auf Erfahrungsdaten. Für die Liquidität einer Bank sind aber die zukünftigen Zahlungsvorgänge entscheidend, die Erwartungsdaten darstellen. Zwar können die Daten der Vergangenheit einen Anhaltspunkt für die Erwartungsdaten bieten, ersetzen aber können sie diese nicht. Zu Recht hoben bereits Rieger[1] und Walb[2] den dynamischen Charakter des Liquiditätsproblems hervor. Auch wegen der statischen Formulierung kann daher die Goldene Bankregel nicht als zutreffende Regel zur Liquiditätssicherung akzeptiert werden. Entscheidungsmodelle, die die Liquidität auf der Basis der Goldenen Bankregel sichern wollen, sind daher nicht geeignet, das Liquiditätsproblem zu lösen.[3]

---

1 Vgl. Rieger, W., a.a.O., S. 161 ff.

2 Vgl. Walb, E., Die Bankkrise von 1931, in: ZfhF, 26. Jg. (1932), S. 24.

3 Vgl. Mülhaupt, L./Küllmer, H., a.a.O., S. 179 ff.

2. Die Lösung des Liquiditätsproblems aus der Sicht der Lagerhaltungstheorie

a) Die Parallelen zwischen Lager- und Kassenhaltung

Das Liquiditätsproblem weist auffällige Parallelen zum Problem der optimalen Bestell- und Lagermenge auf, mit dem sich die Betriebswirtschaftslehre seit langem auseinandersetzt. In abstrakter Form läßt sich das Lager als ein Puffer interpretieren, der bestimmten input- und output-Strömen zwischengeschaltet ist.[1] Es bildet sich ein Lager, sofern die input-Ströme eine andersartige betragsmäßige und/oder zeitliche Struktur als die output-Ströme aufweisen.

Das Problem der optimalen Bestellmenge besteht allgemein darin, eine innerhalb einer bestimmten Planperiode benötigte Menge an Gütern bestmöglich in Beschaffungsteilmengen aufzuteilen.[2] Denn mit der Beschaffung eines Gutes sind zwei Kostenarten verbunden, die Beschaffungs- und die Lagerungskosten.[3]

---

1 Bereits 1915 wurde von Harris eine Formel für die Losgröße entwickelt; vgl. Harris, F.W., Operation and Costs (Factory Management Series), Chicago 1915; zitiert nach Kottke, E., Die optimale Beschaffungsmenge, Berlin 1966, S. 79; Whitin faßte die Entwicklung bis 1952 zusammen und ergänzte sie durch eigene Beiträge; vgl. Whitin, T.M., The Theory of Inventory Management, Princeton 1953; einen zusammenfassenden Überblick bieten Churchman, C.W./Ackoff, R.L./Arnoff,E.L., Operations Research, Eine Einführung in die Unternehmensforschung, Wien-München 1961; Popp, W., Einführung in die Theorie der Lagerhaltung, Berlin-Heidelberg-New York 1968; Hochstädter, D., Stochastische Lagerhaltungsmodelle, Berlin-Heidelberg-New York 1969.

2 Vgl. Kuhn, A., Zum Problem der optimalen Bestellmenge, Diss. Münster 1964, S. 4.

3 Zu den Kostenarten vgl. im einzelnen Kottke, E., a.a.O., S. 51 ff.

Die Beschaffungskosten können sowohl von der Bestellmenge abhängig als auch bestellfixer Natur sein. Da bei bestellfixen Kosten die Kosten pro bestellter Gutseinheit abnehmen, erscheint es vorteilhaft, eine hohe Bestellmenge zu wählen. Werden Güter auf Lager genommen, so entstehen Kosten der Lagerung, insbesondere für die Wartung der Güter und die Verwaltung des Lagers; zudem sind Zinskosten zu berücksichtigen, da durch die Lagerung der Güter Kapital gebunden wird, das zu verzinsen ist. Die Lagerkosten steigen mit zunehmenden Lagerbeständen und daher mit größeren Bestellmengen. Die Bestellmenge wird somit von den Beschaffungs- und Lagerungskosten gegenläufig beeinflußt: Während der Degressionseffekt der bestellfixen Kosten eine hohe Bestellmenge erfordert, stehen dem wachsende Lagerkosten entgegen. Ziel ist daher die Bestimmung derjenigen Bestellmenge, bei der die Gesamtkosten eines Planungszeitraumes ein Minimum aufweisen.

Dem klassischen Bestellmengenansatz liegt die Annahme zugrunde, daß die Nachfrage nach Gütern im Zeitpunkt ihres Auftretens befriedigt werden muß. Braucht die Nachfrage hingegen nicht voll gedeckt zu werden, so daß entweder zu einem späteren Zeitpunkt eine Nachlieferung erfolgt oder aber eine solche überhaupt nicht mehr vorgenommen wird, so treten Fehlmengen auf. Diese bewirken Fehlmengenkosten, die im Bereich der Produktion als Kosten der Produktionsverzögerung auftreten, wenn das Lager einem Produktionsprozeß vorgeschaltet ist und die zur Fertigung benötigten Güter nicht rechtzeitig bereitstellen kann. Auch im Bereich des Absatzes können Fehlmengenkosten entstehen, indem entweder die Produktionsverzögerung bis ins Absatzlager durchschlägt oder die Disposition im Endlager - unabhängig von Zwischenlägern - zu Fehlmengen führt. Als Beispiel für Fehlmengenkosten im Absatzbereich werden Konventionalstrafen aufgeführt sowie der Gewinnentgang, der bei Rücktritt des Abnehmers von seinem Auftrag wegen der mangelnden

Liefermöglichkeit eintritt.[1]

Bei dem Versuch, die Kassenhaltung von Unternehmungen und Kreditinstituten[2] zu bestimmen und damit das Liquiditätsproblem zu lösen, hat man eine Übereinstimmung wesentlicher Strukturelemente des Lagerhaltungs- mit dem Kassenhaltungsproblem festgestellt. Hat das Lager die Aufgabe, physische Güter bereitzustellen, die für den Fertigungs- oder Absatzprozeß benötigt werden, so dient der Kassenbestand dazu, einen Auszahlungsüberschuß abzudecken. Die Zahlungsfähigkeit läßt sich einmal dadurch sichern, daß

---

1 Vgl. im einzelnen Kottke, E., a.a.O., S. 70 f.

2 Im Hinblick auf die Kassenhaltung wird in der Geldtheorie ausgehend von Keynes zwischen Spekulations-, Transaktions- und Vorsichtskasse unterschieden. Da die Spekulationskasse unterhalten wird, um liquide Mittel in ertragbringende Aktiva umwandeln zu können, wenn aufgrund von Preis- bzw. Zinserwartungen mit einem Spekulationsgewinn gerechnet wird und sie infolgedessen dem Wirtschaftssubjekt nicht zum Zahlungsverkehr dient, kann sie aus den folgenden Überlegungen ausscheiden. Unter der Transaktionskasse wird derjenige Teil der Kassenhaltung verstanden, der für die Abwicklung der mit Sicherheit bekannten Zahlungsvorgänge unterhalten wird, während die Vorsichtskasse zur Vorsorge gegenüber unsicheren Zahlungen dient. Da bei Unternehmungen, insbesondere den Kreditinstituten, die in Höhe und zeitlichem Anfall unsicheren Zahlungsvorgänge dominieren, erscheint es nicht sinnvoll, eine getrennte Analyse vorzunehmen, da offensichtlich der Umfang der Vorsichtskasse von dem der Transaktionskasse abhängig ist. Wie Tsiang nachweist, führt eine getrennte Analyse zu Ergebnissen, die sich als suboptimal erweisen gegenüber einer simultanen Bestimmung der Kassenhaltung für Zahlungsvorgänge, die sowohl deterministisch als auch stochastisch sind; eine Differenzierung zwischen Transaktions- und Vorsichtskasse erfolgt daher nicht; vgl. Keynes, J.M., General Theory of Employment, Interest and Money, a.a.O., S. 165 ff. und S. 194 ff.; Otruba, H., Zur mikroökonomischen Geldnachfragetheorie, in: Zeitschrift für Nationalökonomie, Bd. 30 (1970), S. 309 ff.; Jarchow, H.-J., Theoretische Studien zum Liquiditätsproblem, a.a.O., S. 7; Tsiang, S.C., a.a.O., S. 107.

bereits zu Beginn des Planungszeitraumes ein genügend großer Kassenbestand gehalten wird, durch den ein in einer Teilperiode des Planungszeitraumes auftretender Zahlungssaldo ausgeglichen werden kann. Bei hohem Kassenbestand entstehen jedoch Opportunitätskosten, indem finanzielle Mittel nicht der ertragreichsten Verwendung zugeführt, sondern als ertraglose Liquiditätsreserven unterhalten werden. Auszahlungsüberschüsse lassen sich aber auch dadurch abdecken, daß nur bei entsprechendem Geldbedarf einer Teilperiode Vermögenswerte in liquide Mittel umgewandelt werden. Bei jeder Geldbeschaffung fallen jedoch Umwandlungskosten an, wie z.B. Börsen- und Maklergebühren, die mit dem Umwandlungsbetrag variieren, aber auch fixer Natur sein können. Einer häufigen Umwandlung von Vermögenswerten in liquide Mittel wirken die fixen Umwandlungskosten entgegen.

Wie beim Lagerhaltungsproblem, so scheinen auch beim Kassenhaltungsproblem zwei gegenläufige Tendenzen die Planung zu beeinflussen: die Geldumwandlungskosten,die einen hohen Kassenbestand günstig erscheinen lassen, und die Opportunitätskosten, die für einen niedrigen Kassenbestand und damit für häufige Umwandlungen sprechen. Es liegt daher nahe, analog dem optimalen Lagerbestand einen optimalen Kassenbestand zu bestimmen, bei dem die Kosten der Kassenhaltung eines Planungszeitraumes ein Minimum annehmen. Zur Lösung des Liquiditätsproblems ist daher vielfach versucht worden, Modelle der Lagerhaltungspolitik auf die Kassenhaltung und damit auf

die Liquiditätstheorie zu übertragen.[1]

---

1 Eine Betrachtung des Liquiditätsproblems der Unternehmung und der Kreditinstitute im Sinne der Lagerhaltungstheorie erfolgt bei Arrow, K.J./ Karlin, S./ Scarf,H., Studies in the Mathematical Theory of Inventory and Production, Stanford 1958, S. 9 ff.; Baumol, W.J., The Transactions Demand for Cash: An Inventory Theoretic Approach, in: QJoE, Vol. 66 (1952), S. 545 ff.; Tobin, J., The Interest-Elasticity of Transactions Demand for Cash, in: The Review of Economics and Statistics, Vol. 38 (1956), S. 241 ff.; Orr, D./ Mellon, W.G., Stochastic Reserve Losses and Expansion of Bank Credit, in: AER, Vol. 51 (1961), S. 614 ff.; Morrison, G.R., Liquidity Preferences of Commercial Banks, Chicago-London 1966, S. 8 ff.; Jarchow, H.-J., Theoretische Studien zum Liquiditätsproblem, a.a.O., S. 11 ff.; Miller, M.H./ Orr, D., A Model of the Demand for Money by Firms, in: QJoE, Vol. 80 (1966), S. 413 ff.; dieselben, An Application of Control-Limit-Models to the Management of Corporate Cash Balances, in: Financial Research and Management Decisions, Hrsg. A.A. Robichek, New York-London-Sydney 1967, S. 113 ff.; dieselben, The Demand for Money by Firms: Extensions of Analytic Results, in: JoF, Vol. 23 (1968), S. 735 ff.; Whalen, E.L., A Rationalization of the Precautionary Demand for Cash, in: QJoE, Vol. 80 (1966), S. 314 ff.; Eppen, G.D./Fama,E.F., Solutions for Cash-Balance and Simple Dynamic-Portfolio Problems, in: JoB, Vol. 41 (1968), S. 94 ff.; Sprenkle, C.M., The Uselessness of Transactions Demand Models, in: JoF, Vol. 24 (1969), S. 835 ff.; Tsiang, S.C., a.a.O., S. 99 ff.; Sastry, R.A.S., The Effect of Credit on Transactions Demand for Cash, in: JoF, Vol. 25 (1970), S. 777 ff.; Neave, E.H., The Stochastic Cash Balance Problem with Fixed Costs for Increases and Decreases, in: MS, Vol. 16 (1970), S. 473 ff.; Orgler, Y.E., An Unequal-Period Model for Cash Management Decisions, in: MS, Vol. 16 (1970), S. 77 ff.

b) Die Struktur deterministischer und stochastischer Kassenhaltungsmodelle

Die analoge Grundstruktur des Lager- und Kassenhaltungsproblems hat zuerst J.W. Baumol[1] aufgezeigt. Baumol geht davon aus, daß die Auszahlungen mit Sicherheit bekannt sind und diese in gleicher Höhe pro Zeiteinheit erfolgen. Den Auszahlungen stehen keine Einzahlungen gegenüber; diese Situation ist identisch mit dem Fall, daß sich als Saldo der Ein- und Auszahlungen immer ein Auszahlungsüberschuß einstellt, der sich gleichförmig über die einzelnen Teilperioden erstreckt. Die Kosten einer Kreditaufnahme bzw. die Opportunitätskosten beim Verkauf von Wertpapieren sind daher auf den durchschnittlichen Kassenbestand zu beziehen. Wenn T die Höhe des Kassenbedarfs und C die Höhe des Betrages ist, der durch Umwandlung von Wertpapieren oder durch Aufnahme von Kredit beschafft wird, b die fixen Transferkosten in Abhängigkeit von der Umwandlungshäufigkeit $\frac{T}{C}$ und i den Marktzins darstellt, dann ergibt sich für die Gesamtkosten die Beziehung

$$K = \frac{T}{C} \cdot b + \frac{C}{2} \cdot i \quad .$$

Der kostenminimale Umwandlungsbetrag[2] ergibt sich dann als

$$C = \sqrt{\frac{2\,b\,T}{i}} \quad .$$

Ist bei diesem Ansatz noch unterstellt, daß als Zahlungsströme nur Auszahlungen erfolgen bzw. immer ein

---

1 Baumol, W.J., a.a.O., S. 545 ff.

2 Die Beziehung entspricht der bekannten Formel in dem Grundmodell für die optimale Bestellmenge in der Lagerhaltungstheorie; vgl. dazu Churchman, C.W./Ackoff, R.L./Arnoff, E.L., Operations Research, a.a.O., S. 191 ff.

Auszahlungsüberschuß eintritt, so analysiert Baumol ferner eine Situation, in der zu Beginn der Planperiode ein einmaliger Einzahlungsüberschuß vorliegt, anschließend jedoch ein konstanter Auszahlungsstrom gegeben ist.[1] Da in diesem Fall ein temporärer Kassenüberschuß entsteht, der vorübergehend zinsbringend angelegt werden kann, stellt sich das Problem, ob und in welchem Verhältnis diese liquiden Mittel weiter ertraglos als Kasse gehalten oder vorübergehend in Wertpapiere überführt werden sollen. Als Ergebnis kann jedoch festgestellt werden, daß die Schlußfolgerungen für die optimale Kassenhaltung bei einem einmaligen vorübergehenden Kassenüberschuß mit denen für den Fall des ständigen Auszahlungsüberschusses übereinstimmen.[2]

Die in ihren Grundzügen skizzierte Erweiterung des Lagerhaltungsmodells durch Berücksichtigung der Fehlmengenkosten ist ebenfalls in die Liquiditätstheorie übertragen worden. Sastry[3] schlägt in einem neueren Diskussionsbeitrag zur Kassenhaltungspolitik vor, das Kassenhaltungsmodell durch Einbeziehung von Fehlmengen realitätsnäher zu gestalten. Als Fehlmengenkosten können im Bereich der Kassenhaltung bei mangelnder Zahlungsfähigkeit Strafkosten, z.B. in Form von Verzugszinsen,anfallen. Neben diesen sofort quantifizierbaren Strafkosten können bei der vorübergehenden Zahlungsunfähigkeit auch solche penalty-costs anfallen, deren Bestimmung weitaus schwieriger ist. Sastry erkennt, daß die Unternehmungen "for reasons of financial conservatism and/or image of the company"[4] ihre jeder-

---

1 Vgl. Baumol, W.J., a.a.O., S. 547 ff.

2 Vgl. Tobin, J., The Interest - Elasticity of Transactions Demand for Cash, a.a.O., S. 241 ff.

3 Vgl. Sastry, R.A.S., a.a.O., S. 777 ff.

4 Ebenda, S. 777.

zeitige Zahlungsfähigkeit gewährleisten müßten, er glaubt aber, einem evtl. Verlust des good-will durch mangelnde Liquidität einen konkreten Strafkostenbetrag beilegen zu können.

Werden die Fehlmengenkosten mit c bezeichnet, dann läßt sich für die optimale Bestellmenge der Ausdruck

$$C = \sqrt{\frac{2\,b\,T}{i}} \cdot \sqrt{\frac{c}{i + c}}$$

ableiten.[1] Das Ergebnis zeigt, daß sich die optimale Bestellmenge bei Zulässigkeit von Fehlmengen von der optimalen Bestellmenge im ersten Modell lediglich durch einen Korrekturfaktor unterscheidet. Eine Erhöhung des Fehlmengenkostensatzes c führt c.p. zu einer Verminderung der Bestellmenge. Werden die Fehlmengenkosten als unendlich hoch betrachtet, z.B. wenn das Fortbestehen der Unternehmung von der rechtzeitigen Erfüllung der Verbindlichkeiten abhängt, so strebt der Korrekturfaktor gegen 1. Dies hat zur Folge, daß sich der Ausdruck auf die Formel für die optimale Bestellmenge im Grundmodell reduziert, d.h. Fehlmengen nicht eintreten. Damit ergibt sich, daß in dem von Baumol vorgelegten Modell zur Kassenhaltung von der Annahme ausgegangen wird, daß die Auszahlungsanforderungen zu jedem Zeitpunkt sofort gedeckt werden müssen.

Aber in seiner modifizierten Form wird das Baumol'sche Modell dem Unsicherheitsproblem nicht gerecht, weil von mit Sicherheit bekannten Daten ausgegangen wird. Die neueren Ansätze zu einer Lösung der Liquiditätsfrage, die auf dem Lagerhaltungskonzept

---

1 Zur Ableitung der Beziehung für die optimale Bestellmenge in der Lagerhaltungstheorie vgl. Churchman, C.W./Ackoff, R.L./Arnoff, E.L., Operations Research, a.a.O., S. 194 ff.

beruhen, setzen sich deshalb gerade mit dem Aspekt der Unsicherheit über die Höhe und die zeitliche Verteilung der Zahlungsströme auseinander. In diesen stochastischen Modellen werden unter dem Kriterium der Minimierung des Erwartungswertes der Kassenhaltungskosten kritische Werte des Kassenbestandes ermittelt, bei deren Erreichen der Kassenbestand entweder aufzufüllen oder abzubauen ist.

Die einfachste Entscheidungsregel liefert die sog. (s, S)-Politik[1]. Sie zeichnet sich durch die Annahme aus, daß der Kassenbestand im Zeitablauf nur abnimmt, d.h. es treten nur Auszahlungsüberschüsse als Salden auf. Infolgedessen wird es zu bestimmten Zeitpunkten erforderlich, den Kassenbestand durch Veräußerung von Vermögenswerten aufzufüllen. Das Problem der vorübergehenden Anlage von Einzahlungsüberschüssen stellt sich damit nicht. Bei der (s, S)-Politik handelt es sich um eine zweiparametrische Regel ($s < S$): Der Kassenbestand i wird mit der Marke s verglichen; ist er kleiner oder gleich s ($i \leq s$), dann wird der Kassenbestand durch die Umwandlung zinstragender Aktiva auf die Marke S angehoben, auf den maximalen Kassenbestand. Liegt der Kassenbestand oberhalb der Marke s($i > s$), wird keine Maßnahme ergriffen mit der Folge, daß der Bestand an Zahlungsmitteln durch fortlaufende Auszahlungsüberschüsse auf die Marke s absinkt.

Kann sich der Kassenbestand dagegen auch positiv ändern, können also dementsprechend Aus- und Einzahlungsüberschüsse als Salden der einzelnen Teilperioden

---

1 Zur Optimalität der (s, S)-Politik vgl. die grundlegende Arbeit von Scarf, H., The Optimality of (s, S)-Policies in the Dynamic Inventory Problem, in: Mathematical Methods in the Social Sciences, Hrsg. K.J. Arrow/S. Karlin/P. Suppes, Stanford, Cal. 1960, S. 196 ff.

abwechseln, so sind nicht allein Geldbeschaffungs-, sondern ebenso Geldanlageentscheidungen zu treffen, um die Opportunitätskosten einer ertraglosen Kassenhaltung möglichst gering zu halten. Fallen bei den Maßnahmen der Geldbeschaffung und Geldanlage nur fixe Kosten an, dann erscheint es sinnvoll, bei beiden Transaktionen den Kassenbestand auf eine gemeinsame Ausgangsbasis hin zu verändern, d.h. zu erhöhen oder zu vermindern. Eine solche Anweisung wird bei einer (z, h)-Politik gegeben:[1] Unterschreitet der Kassenbestand die Marke z ($i < z$), so ist er durch Geldbeschaffung auf dem Wege der Umwandlung von Vermögenswerten in Kasse auf z anzuheben; ist er gleich h oder überschreitet er diesen kritischen Punkt ($i \geq h$), dann ist er auf z ($z < h$) zu senken, indem Kasse in zinsbringende Aktiva überführt wird; im Intervall $h > i \geq z$ werden keine Kassenhaltungsmaßnahmen durchgeführt.

---

1 Diese Entscheidungsregel verwenden Miller, M.H./ Orr, D., A Model of the Demand for Money by Firms, a.a.O., S. 419 ff.; Miller-Orr nehmen an, den sich für eine Teilperiode des gesamten Planungszeitraums ergebenden Zahlungssaldo durch eine Binomialverteilung beschreiben zu können. Die Binomialverteilung setzt jedoch voraus:
- bei einer Kassenveränderung in einer Teilperiode sind nur zwei Ereignisse A und $\bar{A}$ möglich;
- die Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen von A beträgt p bzw. für $\bar{A}$ entsprechend (1-p) und ist für alle Teilperioden gleich;
- die Kassenveränderungen in den einzelnen Teilperioden sind unabhängig voneinander.

Die Annahme einer Binomialverteilung impliziert somit, daß der Kassenbestand zu jeweils festen Zeitpunkten entweder um einen jeweils konstanten Betrag von m steigt oder fällt und daß die Wahrscheinlichkeit dieser Zu- oder Abnahme des Kassenbestandes für alle Teilperioden gleich ist. Zusammen mit der Annahme der Unabhängigkeit der Kassenbestandsveränderungen ergibt sich daraus die ökonomische Konsequenz, daß der Zahlungssaldo immer gleich hoch ist und in gleichen zeitlichen Abständen eintritt, so daß unterschiedlich hohe Zahlungsbewegungen wie auch zyklische Schwankungen der Ein- und Auszahlungsströme, wie sie typisch für die finanzielle Sphäre von Unternehmungen und Banken sind, nicht erfaßt werden können; ähnliche Annahmen hinsichtlich der Wahrscheinlichkeitsverteilung treffen auch Eppen, G.D./ Fama, E.F., a.a.O., S. 96 ff.

Sind dagegen die Transferkosten für Geldbeschaffung und Geldanlage auch von dem jeweiligen Volumen der Transaktionen abhängig, so ist eine differenzierte Betrachtung erforderlich.[1] Bei einer solchen Situation wird eine vierparametrische Entscheidungsregel (u, U, D, d) angewendet.[2] Erreicht oder unterschreitet der Kassenbestand i eine untere Marke u ($i \leq u$), dann wird der Bestand durch Geldbeschaffung auf U($U>u$) angehoben; erreicht oder überschreitet er eine obere Grenze d ($i \geq d$), so wird der Kassenbestand durch Geldanlage auf D ($D<d$) gesenkt; bewegt sich der Kassenbestand im Bereich $d>i>u$, dann werden keine Maßnahmen ergriffen.

c) Die Problematik der Lösung des Liquiditätsproblems auf der Grundlage von Lagerhaltungsmodellen

Die ökonomische Bedeutung der skizzierten deterministischen und stochastischen Lösungsansätze beurteilt sich entscheidend danach, ob die anfangs aufgezeigten Parallelen es rechtfertigen, eine Lösung des Kassenhaltungsproblems auf der Grundlage von Lagerhaltungsmodellen zu suchen.[3]

Das grundlegende Modell Baumols geht davon aus, daß bei der Umwandlung von Vermögenswerten in liquide Mittel keine mengenmäßigen oder zeitlichen Beschränkungen bestehen. Da diese Voraussetzung der realen

---

1 Vgl. Miller, M.H./Orr, D., A Model of the Demand for Money by Firms, a.a.O., S. 419, Fußnoten 4 u. 5.

2 Diese Kassenhaltungspolitik wird von Eppen, G.D./Fama, E.F., a.a.O., S. 95 angewandt.

3 Kritische Betrachtungen zur Übertragung des Lagerhaltungskonzepts auf die Liquiditätstheorie werden allein von E. Wagner vorgenommen, der die Prämissen aufzeigt, unter denen eine sinnvolle Behandlung des Liquiditätsproblems möglich ist; vgl. Wagner, E., Untersuchungen über die Kostenabhängigkeit der Geldnachfrage, Berlin 1965, S. 12 ff.

Situation jedoch nicht entspricht, kann das Modell nicht zur Liquiditätsplanung herangezogen werden. Ein eigentliches Liquiditätsproblem tritt nämlich bei dieser Konzeption gar nicht auf, weil mit dieser Annahme die jederzeitige Zahlungsfähigkeit unterstellt wird. In den neueren Modellen wird zwar die Möglichkeit einer temporären Zahlungsunfähigkeit durch mengenmäßige oder zeitliche Beschränkungen im Kalkül berücksichtigt. Es wird aber angenommen, daß die Folgen der Zahlungsunfähigkeit genau erfaßbar sind und durch den Ansatz von Strafkosten konkret beziffert werden können. Indem diese "Kosten der Zahlungsunfähigkeit" den anderen Kosten der Kassenhaltung gegenübergestellt werden, wird das Liquiditätsproblem in ein Rentabilitätsproblem umgewandelt.[1]

Die Beurteilung einer vorübergehenden Leistungsunfähigkeit unter Rentabilitätsgesichtspunkten mag zwar beim Lagerhaltungsproblem durchaus gerechtfertigt

---

1 Kann damit das Liquiditätsproblem nicht als Rentabilitätsproblem gesehen werden, so ist an die in einer stochastischen Situation bestehende Wahrscheinlichkeitsverteilung für die Ein- und Auszahlungen anzuknüpfen. Es ist daher derjenige Kassenbestand zu ermitteln, bei dem "die Wahrscheinlichkeit für das Eintreten einer Zahlungsunfähigkeit innerhalb der Periode, in der zusätzliche Mittel nicht beschafft werden können, eine irgendwie als tragbar empfundene Höhe nicht überschreitet. So gesehen erweist sich das Liquiditätsproblem in einer stochastischen Situation als ein Anwendungsfall des aus der Wahrscheinlichkeitstheorie bekannten Ruinproblems" (Wagner, E., a.a.O., S. 14). Die häufig vorgenommene Betrachtung des Liquiditätsproblems als Lagerhaltungsproblem stellt einen Rückschritt dar gegenüber der Betrachtung des Liquiditätsproblems als Ruinproblem. Denn bereits F.Y. Edgeworth hat 1888 das bankbetriebliche Liquiditätsproblem unter diesem Aspekt betrachtet, ein Ansatz, der Parallelen zum stochastischen Liquiditätsmodell von Patinkin und Dvoretzky aufweist; vgl. Edgeworth, F.Y, a.a.O., S. 113 ff.; Patinkin, D., Money, Interest, and Prices, New York 1965, S. 82 ff. sowie Special Appendix to Chapter V von A. Dvoretzky, S. 450 ff.

sein; denn dort fallen im Regelfall Strafkosten nur in überschaubarer Höhe an, so daß die einzelnen Erfolgskomponenten gegeneinander abgewogen werden können. Eine Leistungsunfähigkeit im finanziellen Bereich aber läßt nicht irgendwelche kalkulierbaren Strafkosten entstehen, sondern führt zwangsläufig zu einer Beendigung der geschäftlichen Existenz. Von Kostenüberlegungen muß bei der Bestimmung der Barreserve vollkommen abstrahiert werden. Die Modelle, die das Planungsproblem der Kassenhaltung auf ein Rentabilitätsproblem zurückführen, werden somit dem Charakter des Liquiditätsproblems nicht gerecht.

IV. Die Probleme der Optimumbestimmung unter Unsicherheit in Gesamtplanungsmodellen des Bankbetriebs

Die Diskussion der Planungsprobleme im Bereich der Barreserve zeigte, daß das Liquiditätsproblem nicht durch Umwandlung in ein Rentabilitätsproblem gelöst werden kann. Die Modellansätze für die Planung des Wertpapier- und Kreditportefeuilles vermögen zwar isoliert betrachtet die in diesen Bereichen auftretenden Probleme unter Ertrags- und Risikoaspekten zu erfassen; Liquiditätsgesichtspunkte werden jedoch nicht beachtet. Da aber jede Planung alternativer Anlageentscheidungen von den gegebenen finanziellen Mitteln auszugehen hat und die Mittelbeanspruchung der Handlungsmöglichkeiten berücksichtigen muß, kann eine Lösung des Liquiditätsproblems sinnvoll nur in einer Gesamtplanung erfolgen.

Die bisher für den Bankbetrieb konzipierten Gesamtplanungsmodelle, wie z.B. der von Deppe[1] formulierte Ansatz, gehen in aller Regel von einer deterministischen Datensituation aus. Das Problem, ein optimales Handlungsprogramm unter Beachtung der Liquidität abzuleiten, läßt sich dabei mathematisch in allgemeiner Form formulieren als[2]:

$$\sum_{j=1}^{n} c_j x_j = Z \text{ Max!} \qquad (j = 1,\ldots,n)$$

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ij} x_j \leq b_i \qquad (i = 1,\ldots,m)$$

$$x_j \geq 0 \qquad (j = 1,\ldots,n)$$

1 Vgl. Deppe, H.-D., Bankbetriebliches Wachstum, Funktionalzusammenhänge und Operations Research in Kreditinstituten, Stuttgart 1969, S. 122 ff.; derselbe, Zur Rentabilitäts- und Liquiditätsplanung von Kreditinstituten, in: Weltwirtschaftliches Archiv, Bd. 86 (1961, II), S. 303 ff.

2 Vgl. Schweim, J., Integrierte Unternehmungsplanung, Bielefeld 1969, S. 106.

Es ist die Zielfunktion Z zu maximieren, wobei in die Zielfunktion die Handlungsalternativen x_j und die Zielbeiträge c_j eingehen; die Koeffizienten a_{ij} geben die Mittelbeanspruchung, b_i die vorhandenen Mittel an.

Es stellt sich die Frage, wie in Gesamtplanungsmodellen eine Optimierung unter Unsicherheit erfolgen kann.[1] Besondere Bedeutung kommt dabei der Liquiditätsrestriktion zu, da ein deterministisches Modell das Liquiditätsproblem nicht in seiner vollen Schärfe erfaßt.[2] Als Verfahren für eine solche Op-

---

1 Die von Jarchow und Willms entwickelten bankbetrieblichen Gesamtplanungsmodelle sind zwar für Unsicherheitssituationen konzipiert, ihr betriebswirtschaftlicher Aussagewert ist jedoch gering. Beide Verfasser gehen von einer Modellbank aus, deren Aktiva sich global aus der Barreserve, den Wertpapieren und Krediten (bei Jarchow ergänzt um Liquiditätsanlagen) zusammensetzen und deren Passiva die Depositen bilden. Mit Hilfe der Bilanzgleichung wird die Summe der Aktivpositionen durch die Depositen bestimmt. Unter Berücksichtigung der für die Aktiva (bei Willms auch Passiva) geltenden Ertrags- und Risikowerte wird durch formale Anwendung der Portfolio-Theorie bzw. Risikonutzentheorie die optimale Struktur der Bankbilanz bestimmt. Das bankbetriebliche Liquiditätsproblem wird bei einer solchen Analyse jedoch nicht deutlich. Die von den Verfassern ferner untersuchten Reaktionen der Wertpapiernachfrage und des Kreditangebots der Bank auf Änderungen in den Erwartungsstrukturen der Zinssätze führt zu ökonomisch wenig aussagefähigen Ergebnissen, da Voraussetzung der vorgenommenen Analyse ist, daß die Ertragserwartungen für die verschiedenen Anlageformen statistisch unabhängig sind. Die Notwendigkeit der Beachtung des Risikoverbundes läßt sich jedoch nicht umgehen; vgl. Jarchow, H.-J., Der Bankkredit in einer Theorie der "Portfolio Selection", a.a.O., S. 189 ff.; Willms, M., a.a.O., S. 59 ff.

2 Krümmel stellt zu Recht pointiert fest: "Unterstellt man Sicherheit, so ergibt sich sogleich, daß die Bank nur noch aufgrund eines schlichten Rechenfehlers eine Geschäftspolitik ergreifen kann, bei der der Zustand der Zahlungsunfähigkeit eintreten wird"; Krümmel, H.-J., Liquiditätssicherung im Bankwesen (II), a.a.O., S. 72; vgl. ferner Claassen, E.M., a.a.O., S. 54.

timumbestimmung könnten die Sensitivitätsanalyse, die Methoden der stochastischen Programmierung und das chance-constrained programming herangezogen werden.

Die Sensitivitätsanalyse bietet den einfachsten Weg, die Unsicherheit der Daten im Kalkül zu berücksichtigen. Bei ihrer Anwendung auf die vorliegenden bankbetrieblichen, deterministischen Gesamtplanungsmodelle wird für ein unsicheres Datum ein einziger Wert - der Erwartungswert - ausgewählt und mit ihm das Optimum des Entscheidungskalküls ermittelt. Da jedoch zu erwarten ist, daß der in die Rechnung eingegangene Wert des Parameters von dem tatsächlichen abweichen kann, ist im Rahmen der Sensitivitätsanalyse zu prüfen, innerhalb welcher Grenzen ein in das Modell eingehendes Datum schwanken darf, ohne daß die Optimalität der bisherigen Lösung zerstört wird.[1] Wenn auch mit der Sensitivitätsanalyse eine Einsicht in das Ausmaß der beschränkenden Bedingungen einer optimalen Lösung gewährt wird[2], so zeichnet sie sich doch durch schwerwiegende ökonomische Nachteile aus. Als Ergebnis der Empfindlichkeitsanalyse wird man häufig Parameterkonstellationen ermitteln,welche die Optimalitätseigenschaft der Ausgangslösung verletzen. Die Sensitivitätsanalyse gibt in diesem Fall nur an, daß die Unsicherheit der Daten nicht bedeutungslos ist;

---

1 Entsprechend dem allgemein formulierten Problem lassen sich das Schwankungsintervall eines Koeffizienten der Zielfunktion, eines Elements des Begrenzungsvektors sowie eines Elements der Koeffizientenmatrix analysieren; vgl. Dinkelbach, W., Sensitivitätsanalysen und parametrische Programmierung, Berlin - Heidelberg - New York 1969, S. 71.

2 Vgl. Schweim, J., a.a.O., S. 142.

einen Beitrag zur Lösung des sich damit ergebenden Entscheidungsproblems vermag sie aber selbst nicht zu liefern.[1] Hinzu kommt, daß die Zielsetzung der Maximierung des Erwartungswertes gegen die in dieser Untersuchung als rational abgeleitete Risikoabneigung verstößt, da sie risikoindifferentes Verhalten impliziert.

Unter dem Begriff des stochastischen linearen Programmierens wird eine Gruppe von Verfahren zusammengefaßt, bei denen die Struktur des allgemeinen Modellansatzes zwar im wesentlichen erhalten bleibt, bei denen jedoch in der Zielfunktion und/oder in dem Restriktionssystem keine fest vorgegebenen Daten, sondern Zufallsgrößen auftreten.[2] Für das hier vorliegende Problem sind allein das Schlupfverfahren und das mehrstufige Verfahren der stochastischen Programmierung ökonomisch relevant. Das Schlupfverfahren ist eine Lösungsmethode, in der untersucht wird, ob überhaupt ein zulässiges Programm existiert, das mit Sicherheit nicht gegen die Nebenbedingungen verstößt.[3] Geht man

---

1 Vgl. Hax, H., Investitionsentscheidungen bei unsicheren Erwartungen, in: Entscheidung bei unsicheren Erwartungen. Beiträge zur Theorie der Unternehmung, Hrsg. H. Hax, Köln und Opladen 1970, S. 131 ff.

2 Dem sogenannten "active approach" ist bei der hier vorliegenden Fragestellung kein wirtschaftliches Gewicht zuzuerkennen, da bei diesem Verfahren die Festlegung der Handlungsalternativen erst nach Kenntnis der Realisationen aller Zufallsvariablen erfolgt; auch der sogenannte "passive approach" der stochastischen Programmierung scheidet aus, da diese Methode nur in Sonderfällen angewendet werden kann; vgl. Tintner, G., A Note on Stochastic Linear Programming, in: Econometrica, Vol. 28 (1960), S. 490 ff.; Schweim, J., a.a.O., S. 147 ff.

3 Vgl. Dantzig, G.B., Lineare Programmierung und Erweiterungen, Berlin-Heidelberg-New York 1966, S. 566 ff.

von mit Unsicherheit behafteten finanziellen Mitteln der Bank aus, dann kommen als zulässige Lösungen nur solche Alternativen in Betracht, bei denen die Beanspruchung der finanziellen Mittel den Mittelvorrat nicht überschreitet. Angesichts der Schwankungsbreite der finanziellen Mittel kann aber der Fall eintreten, daß überhaupt keine zulässige Lösung besteht. "Selbst wenn das Schlupfverfahren zu einer Lösung ... führt, so ist sie doch die Entscheidung eines Pessimisten, der gewappnet sein will gegen alles, was auf ihn zukommen könnte."[1]

Beim zweiten ökonomisch relevanten Verfahren der stochastischen Programmierung wird das Entscheidungsproblem in zwei Stufen zerlegt.[2] In der ersten Stufe werden Entscheidungen über bestimmte Handlungsalternativen getroffen, wobei für alle ungewissen Daten deren Erwartungswerte eingesetzt werden. Danach wird durch Beobachtung der effektiven Werte der stochastischen Variablen ermittelt, in welchem Maße die Restriktionen verletzt worden sind. In der zweiten Stufe wird unterstellt, daß vom Entscheidungsträger zusätzliche Alternativen ergriffen werden, welche die festgestellten Überschreitungen kompensieren. Die Durchführung der Korrekturentscheidungen ist in aller Regel mit Kosten verbunden. Ziel des Ansatzes ist es damit, die Handlungsalternativen so zu bestimmen, daß der Erwartungswert des Gesamtgewinns, der sich aus dem Gewinn der ersten Stufe und den Strafkosten der zweiten Stufe zusammensetzt, ein Maximum annimmt. Abgesehen von einigen rechentechnischen Schwierigkeiten und der

---

1 Schweim, J., a.a.O., S. 150 f.

2 Zur Anwendung des stochastischen Programmierens, insbesondere des zweistufigen Lösungsweges, auf bankbetriebliche Entscheidungsprobleme, vgl. Thore, S., Programming Bank Reserves under Uncertainty, in: The Swedish Journal of Economics, Vol. 70 (1968), S. 123 ff.

als unzulässig anzusehenden Risikoindifferenz[1] geht dieses Verfahren immer von der Möglichkeit aus, daß die in den Restriktionen zum Ausdruck kommenden Engpässe - wenn auch gegen Kosten - beseitigt werden können.[2] Für die in bankbetrieblichen Planungsmodellen entscheidende Liquiditätsrestriktion führt dies zu der Unterstellung, daß die Bank jederzeit einen Auszahlungsüberschuß, d.h. die Illiquidität, z.B. durch Aufnahme von Kredit in beliebiger Höhe abdecken kann. Durch diese Bedingung aber wird das Liquiditätsproblem wiederum unzulässigerweise in ein Rentabilitätsproblem umgewandelt.

Die bisher erörterten Verfahren verlangen die sichere Einhaltung der Liquiditätsnebenbedingung in Gesamtplanungsmodellen. Berücksichtigt man jedoch, daß die finanziellen Mittel der Bank ebenso ungewiß sind wie das Ausmaß, in dem die Entscheidungsvariablen die Mittel beanspruchen, dann erscheint es nicht länger sinnvoll, die Nebenbedingung der Liquiditätssicherung mit Sicherheit, d.h. zu 100 %, einhalten zu wollen. Vielmehr können nur Mindestanforderungen an die Wahrscheinlichkeit der Erfüllung der Nebenbedingungen gestellt werden. Diese Forderung wird durch den chance-constrained programming-Ansatz erfüllt, bei dem lediglich das Optimum unter hinreichend zulässigen Handlungsalternativen gesucht wird. Es werden solche Lösungswerte (x_j) als zulässig anerkannt, die mit einer vom Entscheidungsträger festgelegten Mindestwahrscheinlichkeit (α_i) gewährleisten, daß die Verwirklichung des optimalen Programms die Liquiditäts-

---

1 Vgl. Näslund, B./Whinston, A., A Model of Multi-Period Investment under Uncertainty, in: MS, Vol. 8 (1962), S. 184 f.

2 Vgl. Kall, P., Produktionsoptimierung mit Hilfe der stochastischen Programmierung, in: Industrielle Organisation, 36. Jg. (1967), S. 431.

restriktion als Nebenbedingung nicht verletzt. Allgemein lautet der Ansatz:[1]

$$f(c,x) \text{ Max!}$$

$$\text{bei } P\left(\sum_{j=1}^{n} a_{ij}x_j \leq b_i\right) \geq \alpha_i \qquad (i=1,\ldots,m)$$

$$x_j \geq 0 \qquad (j=1,\ldots,n)$$

$$0 \leq \alpha_i \leq 1 \qquad (i=1,\ldots,m)$$

Die Formulierung bankbetrieblicher Gesamtplanungsmodelle im Sinne des chance-constrained programming-Ansatzes ist von Weingartner[2] angeregt und von Krümmel[3] in seiner Untersuchung über die Liquiditätssicherung im Bankwesen verwirklicht worden.[4] Die für das chance-constrained programming geltenden stochastischen Nebenbedingungen sind nicht an eine bestimmte Form der Zielfunktion gebunden,[5] so daß zutreffend,wie es bei Krümmel der Fall ist, von Risikoaversion der Banken ausgegangen werden kann. Das im gedanklichen Ansatz als einziges geeignet erscheinende Verfahren zur Programmplanung unter Unsicherheit im Bankbetrieb scheitert in seiner Anwendung auf praktische Probleme jedoch daran, daß kaum Algorithmen gegeben sind, die die Lösung eines solchen Modells ermöglichen. Bei den bekannten

---

1 Vgl. Haegert, L., Die Aussagefähigkeit der Dualvariablen und die wirtschaftliche Deutung der Optimalitätsbedingungen beim Chance-Constrained Programming, in: Entscheidung bei unsicheren Erwartungen, Hrsg. H. Hax, a.a.O., S. 101.

2 Vgl. Weingartner, H.M., Discussion to: Cohen, K.J./Hammer, F.S., Linear Programming and Optimal Bank Asset Management Decisions, in: JoF, Vol. 22(1967), S. 167; vgl. ferner Charnes, A./Thore, S., Planning for Liquidity in Financial Institutions: The Chance-Constrained Method, in: JoF, Vol. 21(1966), S. 649 ff.

3 Vgl. Krümmel, H.-J., Liquiditätssicherung im Bankwesen (II), a.a.O., S. 60 ff., insbesondere S. 74 ff.

4 Vgl. Mülhaupt, L./Küllmer, H., a.a.O., S. 190 ff.

5 Vgl. Haegert, L., a.a.O., S. 102.

Algorithmen kann eine Lösung nur dann erfolgen, wenn aus rechentechnischen Gründen bestimmte Annahmen getroffen werden. Diese Annahmen - Normalverteilungen für die ungewissen Daten, Ungewißheit entweder nur über die vorhandenen finanziellen Mittel oder nur über die Mittelbeanspruchung sowie Unabhängigkeit der Wahrscheinlichkeitsverteilungen[1] - sind aber in aller Regel mit dem der Analyse zugrunde liegenden realen System nicht vereinbar. So stellt auch Krümmel zur optimalen Rentabilitäts- und Liquiditätsplanung unter Unsicherheit mit Hilfe des chance-constrained programming-Ansatzes fest, daß noch kein Algorithmus bekannt ist, mit dem man ein solches Modell des "von der Sache her so wünschenswerten Typs lösen kann. Wesentliche Möglichkeiten der Modellvereinfachung sind kaum gegeben, wenn man ... eine rationale Zielfunktion unter Unsicherheit für unabdingbar hält."[2]

---

1 Vgl. Schneider, D., Investition und Finanzierung, a.a.O., S. 384.

2 Krümmel, H.-J., Liquiditätssicherung im Bankwesen (II), a.a.O., S. 83; vgl. auch die Stellungnahme von Cohen/Hammer: "Unfortunately, this appears more a promise for the future than a present reality since solution procedures to such programs have been found extremely difficult to obtain in practical application";Cohen,K.J./Hammer,F.S., Editoral Comment, to: Cheng, P.L., Optimum Bond Portfolio Selection, in: Cohen, K.J./Hammer,F.S., a.a.O., S. 395.

Kapitel B: BANKBETRIEBLICHE PROGRAMMPLANUNG UNTER UNSICHERHEIT IN EINEM OFFENEN MODELL DES ENTSCHEIDUNGSVERHALTENS

I. Das Wesen simulativer Entscheidungsprozesse

Bei dem Problem, Höhe und Struktur der Aktiva und Passiva der Bank in einem offenen Modell des Entscheidungsverhaltens zu bestimmen, bietet sich das Verfahren der Simulation an. Diese Methode gelangt in der betriebswirtschaftlichen Forschung[1] immer häufiger in den Fällen zur Anwendung, in denen Probleme nicht mehr im Hinblick auf Zielsetzung und Zielverfolgung vollständig beschrieben werden.[2] Auch in speziell bankbetrieblichen Untersuchungen wird in jüngster Zeit vor allem im angelsächsischen Bereich dem Verfahren der Simulation als Mittel zur Entscheidungsvorbereitung vermehrt Beachtung entgegengebracht.[3]

---

1 Zur Anwendung der Simulation auf speziell finanzielle Wahlprobleme vgl. Gahse, S., Liquiditätsprognosen auf der Grundlage von Phasenfolgen (mit Hilfe von EDVA), Diss. Mannheim 1967; Gutenberg, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. III, a.a.O., S. 399 ff.; Mao, J.C.T., Quantitative Analysis of Financial Decisions, London 1969, S. 570 ff.; Lerner, E.M., Simulating a Cash Budget, in: California Management Review, Vol. 11 (Winter, 1968), S. 79 ff.; Mattesich, R., Simulation of the Firm through a Budget Computer Program, Homewood, Ill. 1964.

2 Bei den unvollständig formulierten Entscheidungsaufgaben handelt es sich um solche Probleme, die insbesondere dadurch gekennzeichnet sind, daß das Lösungskriterium nicht eindeutig formuliert ist; vgl. hierzu ausführlich Klein, H.K., Heuristische Entscheidungsmodelle. Neue Techniken des Programmierens und Entscheidens für das Management, Wiesbaden 1971, S. 34.

3 Vgl. beispielsweise Clarkson, G.P.E., Portfolio Selection: A Simulation of Trust Investment, Englewood Cliffs, N.J. 1962; Byerly, R.A., a.a.O., S. 522 ff.; Murphy, N.B./Weintrop, H., Evaluating Liquidity under Conditions of Uncertainty in Mutual Savings Banks, in: Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol. IV (1970), S. 559 ff.; McCall, A.S./Murphy, N.B., A Liquidity Planning Simulation Model for Mutual Savings Banks, in: FDIC, Working Paper 70-8; Crane, D.B., A Simulation Model of Corporation Demand Deposits, in:

Der Begriff der Simulation wird nicht einheitlich aufgefaßt; vielmehr wird er in der Literatur in einer Vielzahl von Bedeutungen verwandt. In der weitesten Begriffsbestimmung[1] versteht man unter Simulation den Aufbau von Modellen, mit denen eine möglichst genaue Abbildung realer Systeme angestrebt wird, und die Auswertung dieser strukturabbildenden Modelle durch die Vornahme von Experimenten. Zwar bedient sich die Betriebswirtschaftslehre seit langem der Modelltheorie, indem sie mathematische Modelle formuliert, die in einem System von Gleichungen und Ungleichungen die quantifizierbaren Zusammenhänge einer realen Situation darstellen und auf die bestimmte mathematisch-analytische Lösungsverfahren angewandt werden. Die Simulation aber unterscheidet sich hiervon einmal dadurch, daß die Isomorphie[2] zwischen Modell und Wirklichkeit erheblich

---

Analytical Methods in Banking, Hrsg. K.J. Cohen/ F.S. Hammer, a.a.O., S. 483 ff.; Cohen, K.J./ Elton, E.J., Inter-Temporal Portfolio Analysis based on Simulation of Joint Returns, in: MS, Vol. 14 (1968), S. 5 ff.; Benner, W., Planspiele für Kreditinstitute, Göttingen 1971; Stevenson, H., IBM Unternehmensspiel für Kreditinstitute, in: IBM Nachrichten, 16. Jg. (1966), Heft 176, S. 10 ff.

1 Vgl. z.B. Dawson, R.E., Simulation in the Social Sciences, in: Simulation in Social Science: Readings, Hrsg. E. Guetzkow, Englewood Cliffs, N.J. 1962, S. 3 ff.; Müller, W., Technik und Leistungsfähigkeit betriebswirtschaftlicher Simulationsstudien, in: ZfB, 38. Jg. (1968), S. 615; Mertens, P., Simulation, Stuttgart 1969, S. 7; Seelbach, H./ Fehr, H., Simulation - Besprechungsaufsatz, in: ZfB, 41. Jg. (1971), S. 881 ff.; der Begriff der Simulation wird in einem engeren Sinne auch mit den sog. Monte-Carlo-Methoden gleichgesetzt. Hierbei handelt es sich um mathematisch-statistische Verfahren, die für die Behandlung stochastischer Vorgänge von Bedeutung sind; vgl. etwa Weinberg, F., Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik sowie Anwendungen im Operations Research, Berlin - Heidelberg - New York 1968, S. 241.

2 Zum Problem der Isomorphie von Modell und Realität in betriebswirtschaftlichen Untersuchungen vgl. Kosiol, E., Modellanalyse als Grundlage unternehmerischer Entscheidungen, in: ZfhF, NF, 13. Jg. (1961), S. 318 ff.

besser ist als bei der bisherigen Art der Modelltheorie. Zum anderen konzentriert sich das Interesse nicht mehr auf die Ermittlung einer optimalen Lösung, sondern durch die Vornahme von Experimenten wird das Verhalten des Simulationsmodells analysiert und aus den Ergebnissen Schlüsse auf das Verhalten des wirklichen Systems gezogen.

Weiterhin zeichnen sich die mathematisch-analytischen Verfahren, die vor allem bei geschlossenen Modellen Anwendung finden, dadurch aus, daß Optimierungsalgorithmen einen Suchvorgang steuern, "durch den die optimale Lösung des Modells im Hinblick auf eine operational definierte Zielfunktion gewissermaßen automatisch bestimmt werden kann".[1] Das mathematische Modell muß daher in einer Weise formuliert werden, daß ein Optimierungsalgorithmus angewendet werden kann. Die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Algorithmen ist jedoch relativ begrenzt. "Nichtlineare Zusammenhänge, stochastische Elemente, die Forderung nach Ganzzahligkeit und dynamische Gesichtspunkte können bei diesen Verfahren nur in Ausnahmefällen befriedigend berücksichtigt werden".[2] Die Anwendung mathematisch-analytischer Verfahren bedeutet somit, daß das unter den einengenden Annahmen des Modells ermittelte Optimum von dem Optimum der dem Modell entsprechenden Wirklichkeit bei komplexer realer Situation abweichen wird. Zwar lassen sich rechentechnische Schwierigkeiten in einigen Fällen durch Modellvereinfachungen umgehen. Solche Vereinfachungen können jedoch nicht beliebig weit geführt werden, falls man von den Ergebnissen der Modellberechnung erwartet, daß sie nicht nur formal

---

1 Koller, H., Simulation und Planspieltechnik, Wiesbaden 1969, S. 66.

2 Ebenda; vgl. auch derselbe, Simulation als Methode in der Betriebswirtschaftslehre, in: ZfB, 36. Jg. (1966), S. 97 ff.

richtig, sondern auch sachlich aussagefähig und realitätsnah sind.[1]

Bei der Simulation wird kein Algorithmus angewandt, der zur optimalen Lösung des Modells führt, so daß Simulationsmodelle ohne Rücksicht auf mathematisch-analytische Beschränkungen problemadäquat gestaltet werden können. Ein Simulationsmodell wird daher nicht gelöst, sondern es wird eine Anzahl der zur Wahl stehenden Handlungsalternativen auf ihre Zielauswirkungen hin überprüft. Die - unter den berechneten Alternativen - der Zielsetzung am ehesten entsprechende Handlungsalternative braucht jedoch nicht die optimale Lösung der im Modell abgebildeten realen Situation darzustellen, da nicht alle Handlungsalternativen in die Berechnungen am Modell eingehen.

Die Phasen des Simulationsprozesses (vgl. Abbildung 14) beginnen mit der Problemformulierung, die sich bei der Simulation nicht von der bei anderen Verfahren unterscheidet, "denn die genaue Identifizierung und eindeutige Abgrenzung des Problembereichs sind zwingende Voraussetzungen für jede Modellbetrachtung".[2] Da sich ein Simulationsmodell gegenüber anderen Modellen dadurch auszeichnet, daß es realitätsbezogener ist als diese, beginnt mit der Datengewinnung die erste charakteristische Phase der Simulation. Ausgehend von diesem Datenmaterial wird ein mathematisches Modell formuliert, als dessen Elemente Variable, Parameter und funktionale Beziehungen dienen.[3] Bei den Variablen ist zwischen

1 Vgl. Hesselbach, J./Eisgruber, L.M., Betriebliche Entscheidungen mittels Simulation, Hamburg - Berlin 1967, S. 16.

2 Müller, W., Technik und Leistungsfähigkeit betriebswirtschaftlicher Simulationsstudien, a.a.O., S. 609.

3 Vgl. im einzelnen Naylor, T.H./Balintfy, J.L./Burdick, D.S./Chu, K., Computer Simulation Techniques, New York - London - Sydney 1966, S. 10 ff. und 29 ff.; Mize, J.H./Cox, G.J., Essentials of Simulation, Englewood Cliffs, N.J. 1968, S. 143 ff.

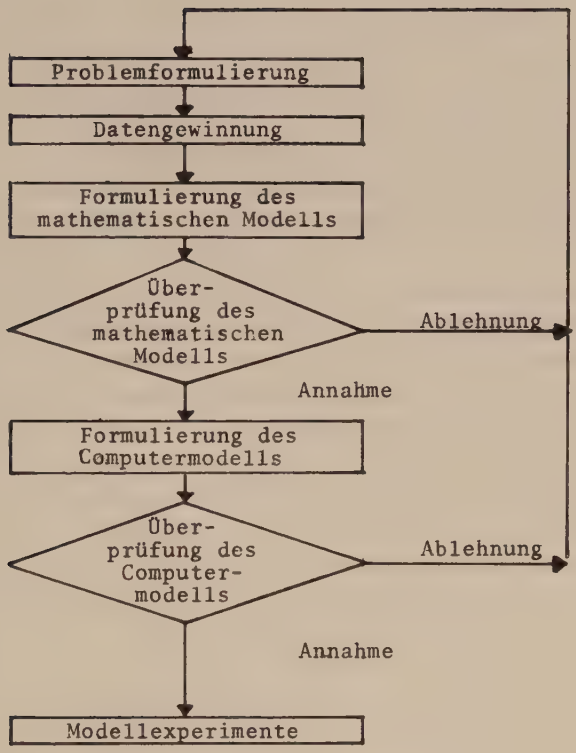

Abb. 14: Die Phasen des Simulationsprozesses[1]

1 Vgl. die Übersichten bei McMillan, C./Gonzalez, R.F., Systems Analysis: A Computer Approach to Decision Models, Homewood, Ill. 1965, S. 20; Naylor, T.H./Balintfy, J.L./Burdick, D.S./Chu, K., a.a.O., S. 24; Müller, W., Technik und Leistungsfähigkeit betriebswirtschaftlicher Simulationsstudien, a.a.O., S. 609; derselbe, Die Simulation betriebswirtschaftlicher Informationssysteme, Wiesbaden 1969, S. 67 ff.; Mertens, P., a.a.O., S. 10.

endogenen, exogenen und Statusvariablen zu trennen. Die exogenen Variablen umfassen die unabhängigen oder input-Variablen. Diese können kontrollierbar sein und stellen damit Handlungsalternativen dar, wie z.B. durch den Bankleiter veranlaßte, dispositionsbestimmte Auszahlungen aufgrund zusätzlicher Geldanlage am Geldmarkt. Es kann sich aber auch um nicht beeinflußbare Faktoren handeln, wie beispielsweise die Auszahlungen, die bei Inanspruchnahme von Kreditlinien durch Kunden entstehen, denen in früheren Perioden entsprechende Kredite zugesagt wurden. Endogene Variable sind die abhängigen oder output-Variablen, die durch die modellinternen Interaktionen aller Elemente bestimmt werden. Statusvariable schließlich beschreiben den Zustand eines Systems oder eines seiner Elemente zu Beginn, während oder am Ende eines Zeitabschnitts. Ihr Wert ist für einen bestimmten Zeitabschnitt in der Regel nicht allein von den exogenen Variablen gerade dieser Zeitperiode abhängig, sondern auch von dem Wert der output-Variablen vorangegangener Perioden. Größen, die während der Simulation als konstant betrachtet werden, gehen als Parameter in das Modell ein. Parameter und exogene Variable werden unter dem Begriff der Faktoren zusammengefaßt. Funktionale Beziehungen schließlich stellen dar, wie Variable und Parameter aufeinander einwirken. Der Verknüpfung der Variablen und Parameter durch Funktionen sind in Simulationsmodellen keine lösungstechnischen Grenzen gesetzt.

Um festzustellen, ob das formulierte Modell eine hinreichend genaue Abbildung der Wirklichkeit ist, wird das Modell durch manuelle Berechnungen überprüft. Da Simulationsmodelle im Regelfall sehr umfangreich sind, bedient man sich elektronischer Datenverarbeitungsanlagen, um die zahlreichen Rechenvorgänge durchzuführen. Daher wird das mathematische Modell anschließend in ein Computerprogramm übertragen, das durch Testläufe überprüft wird.

In der anschließenden Phase der Auslegung und Bemessung der Simulationsexperimente treten namentlich zwei Probleme auf.[1] Einmal muß bestimmt werden, mit welchen Faktorwerten im Modell gerechnet werden soll. Den beeinflußbaren exogenen Variablen und den Parametern sind somit Werte zuzuweisen, mit denen alternative Berechnungen am Modell erfolgen. Eine Durchrechnung sämtlicher möglicher Faktorkombinationen scheidet wegen des großen Rechenaufwandes im Regelfall aus. Man bedient sich daher der Verfahren der Faktorenauslegung zur Bestimmung geeigneter Faktorkombinationen. Zum anderen ist zu bestimmen, welcher Simulationsumfang innerhalb einer Faktorkombination gewählt werden soll, d.h. wie oft eine bestimmte Faktorkombination mit alternativen Werten für die stochastischen Variablen des Modells wiederholt werden soll. Die Durchführung einer Anzahl von Simulationsläufen unter der Annahme alternativer Konstellationen der nicht beeinflußbaren Variablen und Parameter und alternativer Handlungsmöglichkeiten liefert die Werte der endogenen Variablen.[2] Während bei deterministischen Modellen die abhängigen Variablen eindeutig bestimmt sind, entstehen bei den stochastischen Modellen, die den Regelfall bei der Simulation darstellen, für die output-Variablen Wahrscheinlichkeitsverteilungen.

---

1 Vgl. zu diesem Problemkreis die Übersicht bei Mertens, P., a.a.O., S. 22 ff.; eine eingehende Erörterung findet sich bei Meier, R.C./Newell, W.T./Pazer, H.L., Simulation in Business and Economics, Englewood Cliffs, N.J. 1969, S. 294 ff. und Naylor, T.H./Balintfy, J.L./Burdick, D.S./Chu, K., a.a.O., S. 321 ff.; vgl. im einzelnen S. 199 dieser Arbeit.

2 Als Beispiel für ein Simulationsmodell ohne Wiederholung lassen sich die Unternehmensspiele nennen. Sie haben jeweils nur eine Realisation, bauen auf nur einer Entscheidung auf und erbringen nur eine Ergebnisgröße; vgl. dazu Heider, M., Simulationsmodell zur Risikoanalyse für Investitionsplanungen, Diss. Bonn 1969, S. 7.

Wenn somit im Rahmen eines Simulationsmodells auch nicht die optimale Handlungsalternative zu ermitteln ist, so ist das Simulationsverfahren doch mit bedeutenden Vorteilen verbunden. Neben der isomorphen Abbildung einer realen Situation bietet die Methode die Möglichkeit, das Modell durch Variation der Parameterwerte, durch Veränderung der stochastischen Größen, Austausch von funktionalen Beziehungen und Einführung alternativer Entscheidungsregeln auf anders geartete, hypothetische Situationen umzustellen. "Durch die statistische Auswertung des mit den derart geänderten Modellen gewonnenen Datenmaterials, insbesondere durch den Vergleich zusätzlich erzeugter Zeitreihen mit den ursprünglichen lassen sich Aussagen über mögliche Verhaltensreaktionen des simulierten realen Systems auf veränderte Bedingungen machen".[1]

---

1 Müller, W., Technik und Leistungsfähigkeit betriebswirtschaftlicher Simulationsstudien, a.a.O., S. 614.

II. Das Entscheidungsfeld des Simulationsmodells zur mehrperiodischen Gesamtplanung im Bankbetrieb

1. Die zeitliche Ausdehnung des Entscheidungsfeldes

a) Die Festlegung des Planungshorizontes

Zur Ableitung einer Anlage- und Refinanzierungspolitik der Bank ist eine Abgrenzung des Entscheidungsfeldes[1] vorzunehmen, das durch die Handlungsalternativen und die Umweltdaten gebildet wird.[2] Das auf den finanziellen Bereich beschränkte bankbetriebliche Entscheidungsfeld kann jedoch in einem Modell des Bankbetriebes nicht vollständig abgebildet werden. Eine Aufspaltung des Entscheidungsfeldes in einen Bereich, der im Modell erfaßt wird, und einen, der vom Modell nicht abgedeckt wird, ist vor allem durch das Zeitproblem bedingt.

Der Bankbetrieb ist eine Unternehmung, die auf Dauer geplant ist; hinzu kommt, daß Kreditgewährung und -aufnahme die Bank in aller Regel über einen langen Zeitraum hinweg bindet. Die Entscheidung für eine Anlage- und Refinanzierungspolitik müßte daher mit

---

1 Engels definiert das Entscheidungsfeld als "die Menge und Art der Personen und Sachen, die durch einen Willensakt direkt oder indirekt beeinflußt werden können, und die Gegebenheiten der Umwelt, die den Erfolg der Willensakte beeinflussen"; Engels, W., a.a.O., S. 94.

2 Der Handlungsspielraum des Bankleiters erfährt damit durch die Bedingungen der Umwelt Einschränkungen, die bei der modellhaften Abbildung des Bankbetriebes zu erfassen sind; hierzu zählen vor allem die Liquiditäts- und Mindestreservenbedingungen, die Grundsätze des Bundesaufsichtsamtes für das Kreditwesen, die Angebots- und Nachfragebedingungen sowie die Rediskont- und Lombardbeschränkung; vgl. S. 170 dieser Arbeit.

Hilfe eines Modells erfolgen, dessen zeitliche Erstreckung sich mit der gesamten Lebensdauer des Bankbetriebs, der Totalperiode, deckt.[1]

Eine Planung kann sich jedoch immer nur auf einen begrenzten Zeitabschnitt beziehen, weil die Güte der Informationen - bezogen auf den Planungszeitpunkt - in aller Regel mit zunehmender Länge des Planungszeitraumes abnimmt. Die Aktionsvariablen können dagegen nur für einen bestimmten Zeitraum, der lediglich einen kleinen Teil der gesamten Lebensdauer der Unternehmung ausmacht, in das Planungsmodell aufgenommen werden.[2] Der Planungszeitraum wird durch den Planungshorizont begrenzt; dieser ist mit dem Zeitpunkt identisch, in dem die dann anfallenden Informationen die zu realisierenden Entscheidungen zu Beginn des Planungszeitraumes gerade noch beeinflussen. Dagegen wirken sich Informationen jenseits des Planungshorizontes nicht mehr auf das zu verwirklichende Handlungsprogramm aus.[3]

Die Festlegung des Planungshorizontes könnte jedoch

---

1 Das Problem der zeitlichen Erstreckung des Entscheidungsfeldes stellt insbesondere Adam klar heraus, indem er betont, daß der Planungszeitraum "so zu wählen ist, daß in ihm sämtliche auf eine Entscheidungsalternative zurückzuführenden negativen und positiven Erfolgsbeiträge enthalten sind ... Erstreckt sich eine Planung auf einen kleineren Zeitraum als die Totalperiode, so kann sie nicht optimal im Hinblick auf die Totalperiode sein, da für einzelne Aktionsparameter jene Erfolgsbeiträge nicht berücksichtigt werden, die erst nach dem Ende der Planungsperiode wirksam werden"; Adam, D., Die Bedeutung der Restwerte von Investitionsobjekten für die Investitionsplanung in Teilperioden, in: ZfB, 38. Jg.(1968), S. 393.

2 Vgl. Hax, H., Bewertungsprobleme bei der Formulierung von Zielfunktionen für Entscheidungsmodelle, in: ZfbF, 19. Jg. (1967), S. 757 ff.; vgl. ferner Tinbergen, J., The Notions of Horizon and Expectations in Dynamic Economics, in: Econometrica, Vol. 12 (1944), S. 247 ff.

3 Vgl. Albach, H., Investition und Liquidität, Wiesbaden 1962, S. 226; Weingartner, H.M., Mathematical Programming and the Analysis of Capital Budgeting Problems, Englewood Cliffs, N.J. 1963, S. 153.

nur dann exakt erfolgen, wenn die Totalperiode der Unternehmung betrachtet würde; denn nur in diesem Fall ließe sich eine Aussage darüber treffen, ob die über die gesamte Lebensdauer der Unternehmung bestehenden Interdependenzen in einer bestimmten Periode künstlich durchschnitten werden dürfen. Da aber von einer unbegrenzten Lebensdauer auszugehen ist, läßt sich der Planungszeitraum theoretisch nicht zufriedenstellend abgrenzen.[1] Die Festlegung des Planungshorizontes ist damit gerade im Bankbetrieb wegen der langen zeitlichen Erstreckung der Handlungsalternativen von zentraler Bedeutung. Seiner pragmatischen Bestimmung kommt jedoch das bei der mehrperiodischen Analyse verwendete Prinzip der überlappenden Planung entgegen.[2] Dieses Prinzip verlangt, daß von den über den gesamten Planungszeitraum hinweg untersuchten Handlungsalternativen zunächst allein die Entscheidungen, die in der ersten Planperiode zu treffen sind, realisiert werden; Entscheidungen, die in nachfolgenden Perioden verwirklicht werden sollen, bleiben dagegen lediglich als Plangrößen bestehen.[3] Nach Ablauf der ersten Planperiode wird der Planungshorizont um die verstrichene Teilperiode erweitert, die Rechnung erneut

---

1 Vgl. hierzu auch Jääskeläinen, V., Optimal Financing and Tax Policy of the Corporation, Helsinki 1966, S. 50ff.

2 Zum Prinzip der überlappenden Planung vgl. Tinbergen, J., a.a.O., S. 247 ff.; Wittmann, W., Unternehmung und unvollkommene Information, a.a.O., S. 138; Albach, H., Investition und Liquidität, a.a.O., S. 227; Jacob, H., Zum Problem der Unsicherheit bei Investitionsentscheidungen, in: ZfB, 37. Jg. (1967), S. 158.

3 "Das Entscheidungsproblem der Unternehmung im eigentlichen Zeitpunkt besteht darin, einen optimalen ersten Schritt zu wählen, und nicht darin, einen ganzen (langfristigen) Handlungsplan festzulegen, wie es die betriebswirtschaftliche Theorie im allgemeinen vorschlägt"; Modigliani, F., The Measurement of Expectations, in: Econometrica, Vol. 20 (1952), S. 481 (Übersetzung, d.V.).

vorgenommen, und es werden wiederum nur diejenigen Entscheidungen realisiert, die in der jetzt ersten Teilperiode liegen. Diese werden häufig von den anfänglich geplanten Entscheidungen abweichen. Der Bestimmung des Planungshorizontes kommt damit kein entscheidendes Gewicht zu, so daß es zulässig ist, - wie besonders Jääskeläinen[1] betont - den Planungshorizont an der Festlegung der Handlungsmöglichkeiten allein für die erste Teilperiode auszurichten.[2]

b) Die Bildung von Teilperioden

Um die zeitliche Struktur des Entscheidungsfeldes festzulegen, ist ferner eine Unterteilung des Planungszeitraumes in einzelne Zeitabschnitte vorzunehmen. Bei den in der Literatur entwickelten bankbetrieblichen mehrperiodischen Modellen werden Teilperioden gleicher Länge gebildet, so daß die Zeitachse in äquidistante Abschnitte unterteilt wird. Es erscheint jedoch fraglich, ob es sinnvoll ist, in den einzelnen Teilperioden des gesamten Planungszeitraumes die gleiche Modellstruktur zu verwenden, da die Genauigkeit der Prognose für die Daten in den Teilperioden mit zunehmender Länge des Planungszeitraumes abnimmt. Für einen naheliegenden Zeitabschnitt ist daher eine andere Modellstruktur zu verwenden als für eine

---

1 Vgl. Jääskeläinen, V., a.a.O., S. 53.

2 Aufgrund dieser Überlegungen führt Blumentrath eine parametrische Variation des Planungshorizontes durch, indem er den Planungshorizont um eine Teilperiode hinausschiebt und die Abweichungen auf das Handlungsprogramm zu Beginn des Planungszeitraumes untersucht. Die Unterschiede zwischen den sich dabei ergebenden Programmen werden mehr und mehr abnehmen, je weiter der Horizont hinausgeschoben wird. Die Variation wird abgeschlossen, wenn sich für das Programm zu Beginn des Planungszeitraumes keine Veränderung mehr ergibt; vgl. Blumentrath, U., Investitions- und Finanzplanung mit dem Ziel der Endwertmaximierung, Wiesbaden 1969, S. 218 ff., insbesondere S. 235 ff.

entfernt liegende Teilperiode.[1] Hinzu kommt, daß der Bankleitung - wegen des Prinzips der überlappenden Planung - vor allem an detaillierten Entscheidungsunterlagen für den ersten Planungszeitpunkt gelegen ist, während für einen entfernter liegenden Zeitraum eine gröbere Rahmenplanung ausreichend erscheint. Denn diese erfährt durch die rollende Planung im Zeitablauf eine Auffüllung durch eine Detailplanung.

Es stellt sich damit für die vorliegende Arbeit die Aufgabe, einen Weg zur Bestimmung von Teilperioden unterschiedlicher Modellstruktur zu entwickeln:

Da die zeitliche Unterteilung des Planungszeitraumes nur entsprechend der Zielsetzung und den Rahmenbedingungen erfolgen kann, hängt die Anzahl und zeitliche Erstreckung der Teilperioden von der Struktur des einzelnen Entscheidungsproblems ab. Bei der Ermittlung einer zufriedenstellenden Anlage- und Refinanzierungspolitik unter Wahrung der Rahmenbedingungen erfordert das Prinzip der Liquidität die Bildung kurzer Zeitabschnitte. Zumindest für den Beginn des Planungszeitraumes, für den die kurzfristige Gelddisposition festzulegen ist, ist daher von einer Tagesplanung auszugehen. Diese Tagesplanung ist wenigstens auf den Abrechnungszeitraum von 45 Tagen zu erstrecken, soll die Möglichkeit der Mindestreservedisposition im Modell Berücksichtigung finden.

Die zeitliche Strukturierung des Planungszeitraumes kann beispielsweise in der folgenden Weise vorgenommen werden:

---

1 Dieser Gesichtspunkt wird auch von Cohen und Hammer genannt, ohne daß daraus jedoch die Konsequenzen für den Modellaufbau gezogen würden; vgl. Cohen, K. J./Hammer, F.S., Linear Programming and Optimal Bank Asset Management Decisions, in: JoF, Vol. 22 (1967), S. 156.

Der Planungszeitraum $T = (t_1,\ldots,t_n)$ möge als größte Zeiträume $t_i (i = 1,\ldots,n)$ Halbjahre umfassen. Für die ersten m_1 Halbjahre erfolgt eine Aufspaltung in Quartale, so daß die Beziehung

$$t_j = (t^Q_{2j-1}, t^Q_{2j}) \qquad (j = 1,\ldots,m_1)$$

gilt, wobei t^Q_1 $(1 = 1,\ldots,2m_1)$ die Quartale bezeichnet. Die ersten m_2 Quartale $(2m_2 \leq m_1)$ werden in Monate unterteilt; damit ergibt sich

$$t^Q_j = (t^M_{3j-2}, t^M_{3j-1}, t^M_{3j}) \quad (j = 1,\ldots,m_2),$$

wenn t^M_1 $(1 = 1,\ldots,3m_2)$ die Monate angibt. Für die ersten m_3 Monate $(3m_3 \leq m_2)$ kann die Zeitachse weiter in Tage unterteilt werden, so daß

$$t^M_j = (t^T_{30j-29}, t^T_{30j-28},\ldots,t^T_{30j}) \quad (j = 1,\ldots,m_3)$$

gilt, wobei t^T_1 $(1 = 1,\ldots,30m_3)$ die Tage darstellt. Die zeitliche Strukturierung des Planungszeitraumes wird graphisch in Abb. 15 deutlich gemacht.

Die Unterteilung des Planungszeitraumes in ungleiche Zeitabschnitte wirft das Problem der zeitlichen Zuordnung der Zahlungsströme auf. Da die Handlungsalternativen eine beliebige zeitliche Erstreckung von n-Tagen aufweisen können, fallen die Zahlungsströme bei wachsendem Planungszeitraum nicht immer mit den Entscheidungszeitpunkten zusammen. Um z.B. die Rückflüsse aus gewährten oder die Abflüsse aus aufgenommenen Krediten zu erfassen, wird zu diesem Zwecke die Zeitachse durchgehend in Plantage unterteilt. Fallen Zahlungsströme an Plantagen an, die nicht mit dem Entscheidungszeitpunkt übereinstimmen, sondern innerhalb der Entscheidungsperiode eines Monats, Quartals etc. liegen, so sind die für die einzelnen Plantage dieser Periode registrierten Zahlungsströme zusammenzufassen und auf den Beginn

Abb. 15: Die Struktur des Planungszeitraumes

der Entscheidungsperioden zu verlegen; dies erscheint zulässig, da die Aktionsvariablen dieser Perioden lediglich Plangrößen sind und im fortschreitenden Planungsprozeß eine Änderung erfahren werden. Denn wenn die Periode infolge der rollenden Planung in Entscheidungszeitpunkte in Form von Plantagen aufgelöst wird, wird die Zusammenfassung rückgängig gemacht, indem eine exakte Erfassung je Plantag erfolgt.

Bei einer starren Anwendung des Prinzips der überlappenden Planung auf ein Modell dieser Struktur müßte der Planungshorizont bereits nach Ablauf des ersten Zeitabschnitts von einem Plantag um eben diese abgelaufene Zeit hinausgeschoben werden. Durch diese Veränderung des Planungshorizontes würden sich auch die einzelnen Planperioden verschieben. Während bei konstanten Zeitspannen die zugrundegelegten Informationen - unter Änderung - beibehalten werden können, würde diese zeitliche Verschiebung aber jeweils eine neue Datenerhebung für den veränderten - um einen Plantag hinausgeschobenen - Zeitabschnitt erforderlich machen. Es ist daher notwendig, den Planungshorizont erst nach dem Ablauf einer Reihe kurzer Teilperioden, z.B. nach Verstreichen eines Monats, um eben diesen Zeitabschnitt hinauszuschieben. Dies hat zur Folge, daß die Länge des Planungszeitraumes ständig variiert,[1] indem sich der Planungszeitraum mit Ablauf einer jeden Teilperiode so lange verkürzt, bis eine neue Hinausschiebung des Planungshorizontes erfolgt.[2]

---

1 Innerhalb des vorgegebenen Planungszeitraumes schreitet aber die Planung mit kurzfristigen Teilperioden weiter fort.

2 Meyhak unterscheidet daher zwischen einem "vollständigen" Planungszeitraum, der die Zeitspanne vom ersten Planungszeitpunkt bis zum Planungshorizont erfaßt, und einem "unvollständigen" Planungszeitraum, bei dem eine oder mehrere Teilperioden zu Beginn des Planungszeitraumes verstrichen sind, der Planungshorizont jedoch noch nicht hinausgeschoben worden ist; vgl. Meyhak, H., Simultane Gesamtplanung im mehrstufigen Mehrproduktunternehmen, Wiesbaden 1970, S. 42 ff.; vgl. ferner Waldmann, J., Optimale Unternehmensfinanzierung, Diss. Münster 1971, S. 67 ff.

Die hier vorgenommene Bildung von Teilperioden unterschiedlicher Länge mit der Anwendung einer modifizierten überlappenden Planung ermöglicht es, die zeitliche Erstreckung und Strukturierung des Entscheidungsfeldes adäquat festzulegen.

2. Die mengenmäßige Ausdehnung des Entscheidungsfeldes

Zum Problem der zeitlichen Erstreckung des Entscheidungsfeldes tritt das Problem seiner mengenmäßigen Ausdehnung hinzu.[1] Das systemabbildende Modell müßte alle in einem Zeitpunkt bestehenden Entscheidungsalternativen und die hierfür relevanten Daten erfassen. Eine Anlage- oder Refinanzierungsentscheidung kann nur im Zusammenhang mit den bestehenden und in dieser Periode sowie in nachfolgenden Zeitabschnitten zu verwirklichenden Alternativen beurteilt werden, da zwischen den Handlungsmöglichkeiten zeitlich-horizontale und zeitlich-vertikale Interdependenzen bestehen.[2] Wegen dieser wirksam werdenden

---

1 Ebenso wie bei der zeitlichen Erstreckung des Entscheidungsfeldes tritt auch bei der mengenmäßigen Ausdehnung die Problematik der für den Zeitablauf zu wählenden Modellstruktur auf. Die in dieser Untersuchung zunehmend zeitlich weiter gefaßten Teilperioden müßten wegen des Prognoseproblems von einem sinkenden Abstraktionsgrad der Variablen und Daten begleitet werden. Da die Indizierung der Modellgrößen in einem solchen Fall noch komplexer würde als dies in der vorliegenden Arbeit bereits ist, wird davon abgesehen; im Rahmen des Simulationsmodells bereitet es jedoch keine grundsätzlichen Schwierigkeiten, diesen Fall zu berücksichtigen.

2 Vgl. Adam, D., Die Bedeutung der Restwerte von Investitionsobjekten für die Investitionsplanung in Teilperioden, a.a.O., S. 392 f.; zum Begriff der zeitlich-horizontalen und zeitlich-vertikalen Interdependenzen vgl. Jacob, H., Neuere Entwicklungen in der Investitionsrechnung, Wiesbaden 1964, S. 24 ff.

Interdependenzen ist es nicht zulässig, das mehrperiodische Anlage- und Refinanzierungsproblem der Bank in isolierte Entscheidungsfelder aufzuspalten, die z.B. zum einen nur die Mindestreservedisposition oder zum anderen die langfristige Geldanlage umfassen.

Innerhalb des Planungszeitraumes ergeben sich im Aktiv- und Passivgeschäft eine Vielzahl von Handlungsmöglichkeiten, die in einer modelltheoretischen Untersuchung auf die wesentlichen Alternativen zu reduzieren sind. Es ist daher der adäquate Abstraktionsgrad zu bestimmen, der für die Modellformulierung zu wählen ist.

Das Problem läßt sich z.B. bei der Liquiditätsplanung durch zwei extreme Vorgehensweisen verdeutlichen. Zum einen kann man sich darauf beschränken, lediglich den gesamten Zahlungsstrom aus dem Einlagengeschäft als Nettogröße zu prognostizieren und der Analyse zugrunde zu legen oder diesen Strom allenfalls in einen Ein- bzw. Auszahlungsstrom aufzuspalten; zum anderen ließen sich die einzelnen Konten herausgreifen und die damit verbundenen, erwarteten Ein- und Auszahlungen prognostizieren. Es ist offensichtlich, daß die erste Alternative eine zu hohe Aggregation darstellt, so daß eine darauf aufbauende Liquiditäts- und Rentabilitätsanalyse zu keinen sinnvollen Aussagen führen kann; die zweite Möglichkeit stellt eine zu stark disaggregierte Betrachtungsweise dar und muß als unwirtschaftliche Lösung verworfen werden.

Als ein mögliches Kriterium der Aggregation wird in der Literatur das gleichartige Verhalten der einzelnen Komponenten im Zeitablauf genannt. In den Studien

von Murphy/Weintrob und McCall/Murphy[1] wird untersucht, ob durch eine Analyse der stark disaggregierten Zeitreihen der Zahlungsströme die einzelnen Elemente des gesamten bankbetrieblichen Zahlungsstromes mit Hilfe statistischer Verfahren - wie z.B. der Hauptkomponentenmethode - in einzelne Gruppen zusammengefaßt werden sollten. Nach Ansicht der Autoren sprechen jedoch gegen diese Lösung einmal die erheblichen Kosten der Datenerfassung. Zum anderen können die sich bei einer solchen Analyse ergebenden Gruppen ihrerseits Untergruppen enthalten, die - aus der Sicht der Bankpraxis - keine Verbindung zueinander aufweisen. Ferner sind einige Komponenten mit größerer Unsicherheit behaftet als andere. Solche Komponenten sollten jedoch nicht in einer Gruppe zusammengefaßt werden, wenn eine Aussage über die künftige Entwicklung zu treffen ist.

Als Ausgangspunkt für die Ableitung der Entscheidungsvariablen und der Daten, die Einfluß auf die Wahl zwischen den alternativen Handlungsprogrammen ausüben, soll für die vorliegende Untersuchung die Bankbilanz gewählt werden. Betrachtet man deren wichtigste Positionen, dann wird die Primärliquidität durch die Barreserve, d.h. den Kassenbestand und das Guthaben bei der Bundesbank gebildet; zur Sekundärliquidität zählen Geldmarktkredite, Schatzwechsel, unverzinsliche Schatzanweisungen und Handelswechsel; die Tertiärliquidität umfaßt den Block

1 Vgl. Murphy, N.B./Weintrob, H., a.a.O., S. 560; McCall, A.S./Murphy, N.B., a.a.O., S. 3. In diesen Studien werden die Zahlungsströme alternativer Bankgeschäfte als Zufallsvariable angenommen. So werden z.B. die Zahlungsströme aus dem Einlagengeschäft, dem Hypothekenkreditgeschäft und Wertpapierportefeuille als exogene Größen vorgegeben. Durch Simulation wird in den Untersuchungen die Wahrscheinlichkeit alternativer Zahlungssalden ermittelt und der Erwartungswert sowie die Varianz der sich ergebenden Verteilung bestimmt.

der Rentenwerte und Kredite sowie die Dividendenwerte. Auf der Passivseite werden neben den Verbindlichkeiten gegenüber anderen Banken in Form von Geldmarkt- und Lombardkrediten, die Sicht-, Termin- und Spareinlagen aus dem Geschäft mit Nichtbank-Kunden sowie das Eigenkapital unterschieden.

Zu Beginn einer Periode t verfügt die Bank daher über die nachstehende Anfangsbilanz:

Anfangsbilanz der Periode t

${}_1B^t$	Barreserve	Geldmarktkredite	${}^1B^t$
${}_2B^t$	Geldmarktkredite	Lombardkredite	${}^2B^t$
${}_3B^t$	Schatzwechsel	Sichteinlagen	${}^3B^t$
${}_4B^t$	Unv.Schatzanweisungen	Termineinlagen	${}^4B^t$
${}_5B^t$	Handelswechsel	Spareinlagen	${}^5B^t$
${}_6B^t$	Rentenwerte	Eigenkapital	${}^6B^t$
${}_7B^t$	Dividendenwerte		
${}_8B^t$	Hypothekarkredite		
${}_9B^t$	Kontokorrentkredite		

In den einzelnen Bilanzpositionen sind z.T. verschiedene Einzelposten zusammengefaßt, die sich in dreierlei Hinsicht unterscheiden: die einzelnen Alternativen differieren einmal nach der Periode, in der sie realisiert werden, sowie zum anderen nach ihrer Laufzeit; ferner lassen sie sich nach Kreditnehmern bzw. -gebern und den Wertpapieremittenten trennen.

Diese einzelnen Merkmale bedingen im Regelfall unterschiedliche Erfolgs-, Liquiditäts- und Bestands-

wirkungen.[1] Folglich wird in dieser Arbeit für die Handlungsalternativen eine weitere Differenzierung, und zwar innerhalb der Bilanzpositionen, anhand dieser Kriterien vorgenommen, um die Anlage- und Refinanzierungsentscheidungen dem realen System entsprechend abbilden zu können.

Die Handlungsalternativen lassen sich demzufolge nach den Bilanzpositionen in Gruppen zusammenfassen je nach dem, auf welche Aktiv- oder Passivposition sich die Entscheidung auswirkt.

Die einer einzelnen Anlage- oder Refinanzierungsentscheidung zugeordnete Bestandswirkung läßt sich durch das Symbol ${}_{i,k}B^{t}_{g,l}$ bzw. ${}^{j}_{k}B^{t}_{g,l}$ kennzeichnen, wenn ${}_{i}B^{t}$ eine Aktivposition darstellt und eine Passivposition durch ${}^{j}B^{t}$ wiedergegeben wird. Dabei gibt der Index g die Periode der Realisierung der Entscheidung, der Index l die Laufzeit der Alternative und der Index k den Kreditnehmer oder -geber bzw. den Wertpapieremittenten an.

Die Entscheidungsvariablen, die in einer beliebigen Periode g realisiert werden, lassen sich daher durch ${}_{i,k}X_{g,l}$ bzw. ${}^{j}_{k}X_{g,l}$ darstellen, wenn es sich um einen Zugang bei einer Aktiv- oder Passivposition handelt; liegt dagegen ein Abgang vor, so werden sie durch ${}_{i,k}Y_{g,l}$ bzw. ${}^{j}_{k}Y_{g,l}$ angegeben.

Bei der Liquiditätssicherung ist festzustellen, welcher Einfluß von den Handlungsalternativen auf Barreserve und Sichteinlagenbestand ausgeht. Die

---

1 Das von Deppe verwendete doppische System, in dem ebenfalls Erfolgs-, Liquiditäts- und Bestandswirkungen erfaßt werden können, erscheint für einen Simulationsansatz nicht flexibel genug; vgl. dazu das System von Deppe, H.-D., Bankbetriebliches Wachstum, a.a.O., S. 122ff. und Benner, W., a.a.O., S. 38ff.

Liquiditätswirkungen auf Kassenbestand, LZB-Guthaben und Sichteinlagenbestand werden global durch Liquiditätsbelastungen ${}_iA^t$, ${}^jA^t$ und Liquiditätszuflüsse ${}_iZ^t$, ${}^jZ^t$ erfaßt; der Liquiditätszugang infolge von Zinszahlungen wird gesondert durch ${}_iZZ^t$, der Liquiditätsabfluß durch ${}^jZA^t$ beschrieben.

Der Erfolgsbeitrag der einzelnen Bankgeschäfte besteht einmal aus den Zinserträgen ${}_iZE^t$ im Aktivgeschäft und Zinsaufwendungen ${}^jZK^t$ aus der Refinanzierung. Ferner können Kursgewinne ${}_iK^t$ oder -verluste ${}_iV^t$ im Aktivgeschäft bei der Veräußerung von Geldmarkttiteln, Wechseln und Effekten eintreten.

Bei der modellhaften Abbildung der einzelnen Bankgeschäfte können daher die verschiedenen Handlungsalternativen in ihrer Bestands-, Liquiditäts- und Erfolgswirkung detailliert durch das in dieser Arbeit vorgenommene System der Indizierung beschrieben werden.

III. Die Abbildung der Entscheidungsvariablen im Simulationsmodell

Das zur Ableitung einer mehrperiodischen Anlage- und Refinanzierungspolitik erforderliche System für die Erfassung der Bestands-, Liquiditäts- und Erfolgswirkungen der Bankgeschäfte ist für die wichtigsten Aktiv- und Passivgeschäfte der Bank einer Betrachtung zu unterziehen.[1]

1. Die Struktur der Aktivgeschäfte der Bank

a) Die Gewährung von Geldmarktkrediten

Ein in der Periode g mit der Laufzeit 1 an die kreditnehmende Bank k gewährter Geldmarktkredit mit dem Nominalbetrag ${}_{i,k}X_{g,l}$ führt in einer beliebigen Periode t zu dem bilanziellen Ausweis

$$ {}_{i,k}B^{t}_{g,l} = {}_{i,k}X_{g,l} \qquad (t=g+1,\ldots,g+l) \quad (i=2) \; . $$

Damit ergibt sich in der Periode g der Kreditgewährung ein Liquiditätsabgang in Höhe von

$$ {}_{i,k}A^{g}_{l} = {}_{i,k}X_{g,l} \; , $$

dem ein Liquiditätszugang von

$$ {}_{i,k}Z^{g+l} = {}_{i,k}B^{g+l}_{g,l} $$

in der Periode g+1 bei Fälligkeit entspricht.

Der Erfolgsbeitrag aus der Gewährung eines Geldmarktkredits in der Periode g mit der Laufzeit 1 ergibt sich für die einzelne Teilperiode t aus der Verzinsung des Bestandes

$$ {}_{i,k}ZE^{t}_{g,l} = {}_{i,k}B^{t+1}_{g,l} \cdot {}_{i,k}z_{g,l} \qquad (t=g,\ldots,g+l-1) \; , $$

wobei ${}_{i,k}z_{g,l}$ der vereinbarte und während der Laufzeit konstante Zins pro rata temporis ist.

---

1 Entsprechend der zeitlichen Struktur des Planungszeitraumes bezeichnet im folgenden der Index t den kleinsten Zeitraum, also einen Plantag.

Im Modell ist zu berücksichtigen, daß Zinszuflüsse nicht in jeder Periode t erfolgen, sondern in alternativen Zeitabschnitten t_j während der Laufzeit des Kredits eingehen. Wenn

$$t_n = \min_j \left\{ t_j \mid t_j \geq g \right\}$$

$$t_m = \max_j \left\{ t_j \mid t_j < g+1 \right\}$$

gilt, dann ergeben sich für die Zinszuflüsse in alternativen Zeitabschnitten die Beziehungen:

$$i,k^{ZZ}{}_{g,1}^{t_n} = \sum_{t=g}^{t_n} i,k^{ZE}{}_{g,1}^{t}$$

$$i,k^{ZZ}{}_{g,1}^{t_{j+1}} = \sum_{t=t_j+1}^{t_{j+1}} i,k^{ZE}{}_{g,1}^{t} \qquad (j=n,\ldots,m-1)$$

$$i,k^{ZZ}{}_{g,1}^{g+1-\frac{1}{=}} = \sum_{t=t_m+1}^{g+1-1} i,k^{ZE}{}_{g,1}^{t}$$

b) Der Erwerb und die Veräußerung von Geldmarktpapieren und Handelswechseln

Als bedeutendste Anlagemöglichkeiten am Geldmarkt sind der Erwerb von Schatzwechseln und unverzinslichen Schatzanweisungen des Bundes, der Länder und der Sondervermögen des Bundes in das Modell aufzunehmen; Schatzwechsel haben gewöhnlich eine Laufzeit von 3 Monaten, während unverzinsliche Schatzanweisungen eine solche von 6 bis 24 Monaten aufweisen. Geldmarkttitel werden nicht zum Nominalwert erworben, sondern unter Diskontabzug hereingenommen, so daß der Zinsertrag der Geldmarktpapiere in Form eines Diskontabzuges beim Ankauf verrechnet wird. Da die Abgabesätze von

der Bundesbank festgesetzt und veröffentlicht werden, bleibt es der Bank als Nachfrager überlassen, in welchem betragsmäßigen Volumen sie solche Titel übernehmen will.

Den Schatzwechseln und unverzinslichen Schatzanweisungen ist somit gemeinsam, daß sie nicht mit einem laufenden Zinsertrag ausgestattet sind. Sie werden zum Fälligkeitstag mit dem Nominalbetrag eingelöst oder sie können bei einem vorzeitigen Verkauf[1] an die Bundesbank zu den von dieser festgelegten Rücknahmesätzen veräußert werden; diese liegen über den Abgabesätzen und richten sich nach der jeweiligen Marktlage, dem Typ und der Restlaufzeit der angebotenen Papiere.[2]

Als Folge dieser Zinskonstruktion ist eine Abzinsung des Nennwertes auf die Erwerbsperiode vorzunehmen. In der Bankpraxis erfolgt in aller Regel eine Abzinsung mit einfachen Zinsen, indem eine Diskontierung vom Hundert vorgenommen wird. Hiervon wird im Modell ausgegangen, obwohl die Diskontierung mit einfachen Zinsen nur bei kurzen Laufzeiten als Näherungslösung zutreffend ist[3]. Im Zeitablauf erhöht sich damit

---

1 Zwar kann die Bank nach § 19, Abs. 1, Satz 2 BBkG Schatzwechsel auch zum Rediskont einreichen, praktisch wird davon jedoch nur selten Gebrauch gemacht, da der Markt für Offenmarktgeschäfte i.d.R. für die Bank vorteilhafter ist; vgl. Spindler, J.v./Becker, W./Starke, O.-E., Die Deutsche Bundesbank, 3. Aufl., Stuttgart - Berlin - Köln - Mainz 1969, S. 369.

2 Während die Abgabesätze häufig im Rahmen der Offenmarktpolitik von der Bundesbank **zur Beeinflussung** der Liquiditätslage der Banken eingesetzt werden, trifft dies für die Rücknahmesätze nicht zu; vgl. Spindler, J.v./Becker, W./Starke, O.-E., a.a.O., S. 369 ff.

3 Bei längeren Laufzeiten wird daher vorgeschlagen, an Stelle einer einfachen Abzinsung nachschüssige Zinseszinsen zu berechnen; vgl. Birck, H., Die Bankbilanz, 2. grundl. erw. Aufl., Wiesbaden 1961, S. 65; Kosiol, E., Finanzmathematik, 9. umgearb. u. erw. Aufl., Wiesbaden 1959, S. 40.

der Wert der Geldmarktpapiere laufend durch den Zinszuwachs.

In engem Zusammenhang mit der Anlage in Geldmarktpapieren ist die Gewährung von Diskontkrediten durch den Ankauf von Handelswechseln vor deren Fälligkeit zu sehen. Wie bei den Geldmarktpapieren wird der Zinsertrag durch einen Abschlag vom Nominalbetrag berücksichtigt. Damit ist ebenfalls eine Abzinsung des Wechselbestandes erforderlich, zu der häufig wiederum der tatsächliche Hereinnahmesatz verwendet wird. Formal ergeben sich damit die gleichen Bestands-, Liquiditäts- und Erfolgswirkungen wie bei den Geldmarktpapieren.

Zu berücksichtigen ist jedoch, daß in diesem Fall der Hereinnahmesatz von der Bank selbst festgelegt wird, indem die Bank vom Diskontsatz im Zeitpunkt der Hereinnahme ausgeht und einen Aufschlag auf den Diskontsatz je nach ihrer Verhandlungsmacht gegenüber dem Wechseleinreicher vornimmt. Bei einem Verkauf des Wechsels an die Bundesbank ergibt sich für die Bank daher ein Kursgewinn bzw. -verlust, der von der Entwicklung des Diskontsatzes im Vergleich zum Hereinnahmesatz bestimmt wird. Der Hereinnahmesatz der Bank wird schließlich gegenüber den einzelnen Einreichern in der gleichen Periode und bei Wechseln gleicher Laufzeit Unterschiede aufweisen. Daher ist eine Indizierung nach k-Kreditnehmern vorgenommen, die bei den Geldmarktpapieren entfallen kann.

Bezeichnet man den Nominalbetrag an Geldmarktpapieren bzw. Handelswechseln, der in der Periode g mit der Laufzeit l vom Kreditnehmer k erworben wird, mit ${}_{i,k}X_{g,l}$, dann ergibt sich unter Berücksichtigung der Abzinsung mit dem Zinssatz p.r.t.${}_{i,k}z_{g,l}$ und der Restlaufzeit ein bilanzieller Ausweis in der Periode g+1 von:

$$i,k^{B}{}_{g,1}^{g+1} = i,k^{X}{}_{g,1} \cdot \left[1 - i,k^{z}{}_{g,1} \cdot (1-1)\right] \quad (i=3,4,5)$$

Da die Bank während der Laufzeit dieser Papiere in den einzelnen Perioden einen Nominalbetrag $i,k^{Y}{}_{g,1}^{t}$ vom Bestand zwecks Refinanzierung an die Bundesbank veräußern kann[1], ergibt sich für einen beliebigen Zeitabschnitt t der Bestand aus der Beziehung:

$$i,k^{B}{}_{g,1}^{t} = \left(i,k^{X}{}_{g,1} - \sum_{v=g+1}^{t-1} i,k^{Y}{}_{g,1}^{v}\right) \cdot \left[1 - i,k^{z}{}_{g,1} \cdot (1+g-t)\right]$$

$$(t=g+2,\ldots,g+1)$$

Der Erwerb führt in der Periode g zu einem Liquiditätsabgang von

$$i,k^{A}{}_{1}^{g} = i,k^{X}{}_{g,1} \cdot (1 - i,k^{z}{}_{g,1} \cdot 1) \ ,$$

dem ein Liquiditätszugang von

$$i,k^{Z}{}_{g,1}^{g+1} = i,k^{B}{}_{g,1}^{g+1}$$

in der Fälligkeitsperiode zugeordnet ist.

Für die Fälligkeitsperiode g+1 ergibt sich zwangsläufig ein Bestand, der gleich dem verbliebenen Nominalbestand sein muß:

$$i,k^{B}{}_{g,1}^{g+1} = \left(i,k^{X}{}_{g,1} - \sum_{v=g+1}^{g+1-1} i,k^{Y}{}_{g,1}^{v}\right) \cdot \left[1 - i,k^{z}{}_{g,1} \cdot (1+g-(1+g))\right]$$

$$i,k^{B}{}_{g,1}^{g+1} = i,k^{X}{}_{g,1} - \sum_{v=g+1}^{g+1-1} i,k^{Y}{}_{g,1}^{v}$$

---

1 Bei den Verkäufen ist davon auszugehen, daß diese im Zeitraum g+1,...,g+1-1 erfolgen können, d.h. Verkäufe in der Erwerbsperiode g und der Fälligkeitsperiode g+1 ausgeschlossen sind.

Der Verkauf von Geldmarktpapieren bzw. Handelswechseln bewirkt unter Berücksichtigung der Rücknahmesätze bzw. des Diskontsatzes[1] und der Restlaufzeit einen Liquiditätszufluß in einer beliebigen Periode t von

$$i,k^{Z}{}^{t}_{g,l} = i,k^{Y}{}^{t}_{g,l} \cdot \left[1 - {}_{i}r^{t}_{g,l} \cdot (1+g-t)\right] \quad (t=g+1,\ldots,g+l-1).$$

Bei dem Verkauf dieser Anlagetitel kann sich ein Kursgewinn von

$$i,k^{K}{}^{t}_{g,l} = i,k^{Y}{}^{t}_{g,l} \cdot \left[({}_{i}r^{t}_{g,l} - i,k^{z}{}_{g,l}) \cdot (1+g-t)\right]$$
$$(t=g+1,\ldots,g+l-1)$$

ergeben für

$$i,k^{z}{}_{g,l} > {}_{i}r^{t}_{g,l}$$

bzw. für

$$i,k^{z}{}_{g,l} < {}_{i}r^{t}_{g,l}$$

ein Kursverlust von

$$i,k^{V}{}^{t}_{g,l} = i,k^{Y}{}^{t}_{g,l} \cdot \left[({}_{i}r^{t}_{g,l} - i,k^{z}{}_{g,l}) \cdot (1+g-t)\right]$$
$$(t=g+1,\ldots,g+l-1).$$

Der Zinserlös aus der Anlage in Geldmarktpapieren bzw. Handelswechseln folgt für eine Periode t aus

$$i,k^{ZE}{}^{t}_{g,l} = ({}_{i,k}X_{g,l} - \sum_{v=g+1}^{t} i,k^{Y}{}^{v}_{g,l}) \cdot i,k^{z}{}_{g,l}$$
$$(t=g,\ldots,g+l-1).$$

---

1 Bei dem Diskontsatz kann die Indizierung g,l entfallen, nicht dagegen bei den Rücknahmesätzen, da diese von der Restlaufzeit der Geldmarktpapiere abhängig sind.

c) Die Anlage und Refinanzierung im Wertpapiergeschäft

Rentenwerte

Bezeichnet ${}_{i,k}X_{g,l}$ den Nominalbetrag einer in Periode g mit der Restlaufzeit l erworbenen Gattung k an festverzinslichen Wertpapieren und gibt ${}_{i,k}u_l^g$ den Erwerbskurs dieses Wertpapierbetrages an, der im Modell aufgrund des Nominalzinses der Restlaufzeit und des Kapitalmarktzinses bzw. einzelner Geldmarktzinssätze selbständig ermittelt wird, dann erfolgt ein bilanzieller Ausweis[1] von

$$ {}_{i,k}B_{g,l}^{g+1} = {}_{i,k}X_{g,l} \cdot {}_{i,k}u_l^g \qquad (i=6) $$

Unter Berücksichtigung der Verkäufe von diesem Bestand ergibt sich für eine beliebige Periode t der Ausweis in Höhe von:

$$ {}_{i,k}B_{g,l}^{t} = ({}_{i,k}X_{g,l} - \sum_{v=g+1}^{t-1} {}_{i,k}Y_{g,l}^{v}) \cdot {}_{i,k}u_l^g \quad (t=g+2,\ldots,g+1), $$

wobei der Bestand über die gesamte Laufzeit hinweg mit dem Anschaffungskurs bilanziert wird.

Aus dem Erwerb dieser Rentenwerte in der Periode g resultiert der Liquiditätsabgang in dieser Periode

$$ {}_{i,k}A_l^g = {}_{i,k}X_{g,l} \cdot {}_{i,k}u_l^g \; ; $$

---

1 Da die Wertpapiere über ihre gesamte Laufzeit bzw. über den gesamten Planungszeitraum zum jeweiligen Anschaffungskurs ausgewiesen werden, sind wegen der unterschiedlichen Erwerbskurse die Wertpapiere gleicher Art eines Emittenten nicht in einer Position zusammengefaßt.

die Veräußerung eines Nominalbetrages ${}_{i,k}Y_{g,1}$ führt zu einem Liquiditätszugang

$${}_{i,k}Z^{t}_{g,1} = {}_{i,k}Y^{t}_{g,1} \cdot {}_{i,k}u^{t}_{1} \qquad (t=g+1,\ldots,g+1-1);$$

bei Fälligkeit in der Periode g+1 erfolgt ein Liquiditätszugang in Höhe des verbliebenen Nominalbestandes

$${}_{i,k}Z^{g+1}_{g,1} = {}_{i,k}X_{g,1} - \sum_{v=g+1}^{g+1-1} {}_{i,k}Y^{v}_{g,1} \cdot$$

Die Erfolgswirkung resultiert einmal aus dem Zinsertrag

$${}_{i,k}ZE^{t}_{g,1} = \left({}_{i,k}X_{g,1} - \sum_{v=g+1}^{g+1-1} {}_{i,k}Y^{v}_{g,1}\right) \cdot {}_{i,k}z_{g,1} \qquad (t=g,\ldots,g+1-1),$$

sowie aus dem Kursgewinn

$${}_{i,k}K^{t}_{g,1} = {}_{i,k}Y^{t}_{g,1} \cdot \left({}_{i,k}u^{t}_{1} - {}_{i,k}u^{g}_{1}\right) \qquad (t=g+1,\ldots,g+1-1)$$

für

$${}_{i,k}u^{t}_{1} > {}_{i,k}u^{g}_{1}$$

oder aus einem Kursverlust

$${}_{i,k}V^{t}_{g,1} = {}_{i,k}Y^{t}_{g,1} \cdot \left({}_{i,k}u^{g}_{1} - {}_{i,k}u^{t}_{1}\right)$$

für

$${}_{i,k}u^{t}_{1} < {}_{i,k}u^{g}_{1} \cdot$$

Die Liquiditätswirkung der an t_j alternativen Zeitabschnitten anfallenden Zinszahlungen ergibt sich wiederum wie bei i=2.

Dividendenwerte

Aus dem Erwerb und der Veräußerung von Aktien ergeben sich gleichartige Bestands-, Erfolgs- und Liquiditätswirkungen wie bei den Rentenwerten; jedoch ist zu berücksichtigen, daß eine Laufzeitindizierung entfällt und daher ein erworbener Bestand nicht automatisch durch Fälligkeit ausscheidet und einen entsprechenden Liquiditätseinfluß auslöst.[1] Für den bilanziellen Ausweis ergibt sich damit die Beziehung

$$i,k^{B}{}_{g}^{t} = \left({}_{i,k}X_{g} - \sum_{v=g+1}^{t-1} {}_{i,k}Y_{g}^{v}\right) \cdot {}_{i,k}u^{g} \qquad (i=7)$$
$$(t=g+1,\ldots,t_{max})$$

Aus dem Erwerb der Dividendenwerte in der Periode g folgt die Liquiditätsbelastung

$$i,k^{A^{g}} = {}_{i,k}X_{g} \cdot {}_{i,k}u^{g} .$$

Die Verkäufe führen zu einem Liquiditätszugang in Höhe von

$$i,k^{Z}{}_{g}^{t} = {}_{i,k}Y_{g}^{t} \cdot {}_{i,k}u_{g}^{t} \qquad (t=g+1,\ldots,t_{max}-1)$$

Der Erfolgsbeitrag resultiert aus dem Kursgewinn

$$i,k^{K}{}_{g}^{t} = {}_{i,k}Y_{g}^{t} \cdot \left({}_{i,k}u^{t} - {}_{i,k}u^{g}\right) \quad (t=g+1,\ldots,t_{max}-1)$$

für

$${}_{i,k}u^{t} > {}_{i,k}u^{g}$$

oder dem Kursverlust

$$i,k^{V}{}_{g}^{t} = {}_{i,k}Y_{g}^{t} \cdot \left({}_{i,k}u^{g} - {}_{i,k}u^{t}\right)$$

für

$${}_{i,k}u^{t} < {}_{i,k}u^{g} .$$

---

1 Ferner werden in dieser Untersuchung Erfolgs- und Liquiditätswirkungen durch Dividendenzahlungen vernachlässigt.

d) Die Gewährung von Kundenkrediten

Die Bank gewährt an ihre Kunden Kredite in unterschiedlicher Form. Aus der Vielzahl der möglichen Kreditformen werden im Hinblick auf ihre Bestands-, Liquiditäts- und Erfolgswirkungen einmal die festterminierten Einzelkredite und zum anderen die den Kunden eingeräumten Kreditlinien im Modell erfaßt[1], die zwar formell befristet sind, im Regelfall jedoch bei Fälligkeit verlängert werden.

Hypothekarkredite

Bei der Mehrzahl der Einzelkredite, für die hier repräsentativ die Hypothekarkredite betrachtet werden, wird die Tilgung des Kredits nicht durch eine einmalige Rückzahlung vorgenommen. Vielmehr erstreckt sich die Rückzahlung nach Ablauf einer Anzahl tilgungsfreier Perioden über mehrere Zeitabschnitte und die Tilgung pro Teilperiode ist so bemessen, daß die Summe aus Tilgungs- und Zinsbeträgen gleich groß ist. Bei einer solchen Annuitätentilgung wächst die Tilgungsrate im Zeitablauf, während der Zinsanteil an der konstanten Periodenbelastung sinkt.[2]

---

1 Während die Kredite an Nichtbanken - mit Ausnahme der Wechselkredite - eine im Vergleich zu den Wertpapieren hohe Rendite erbringen, zeichnen sie sich andererseits durch eine nahezu fehlende Monetisierbarkeit aus. Da ein organisierter Markt für Kredite nicht besteht, ist die Veräußerung von Forderungsrechten aus dem Kreditgeschäft vor Fälligkeit im Regelfall nicht möglich; auch eine Beleihung wird selten vorgenommen. Ferner kann die Bank aus Standingaspekten gewährte Kredite vor Fälligkeit im allgemeinen nicht kündigen; vgl. Salomo, W., Geldangebot und Zentralbankpolitik, Tübingen 1971, S. 16 f. und die dort angegebene Literatur.

2 Bei den Ratenkrediten wäre eine Modifikation dahingehend vorzunehmen, daß die Zinsen üblicherweise auf den anfänglichen Kreditbetrag bezogen werden.

Der in der Periode g mit der Laufzeit 1 an den k-ten Kreditnehmer gewährte festterminierte Einzelkredit ${}_{i,k}X_{g,l}$ führt während der tilgungsfreien Perioden zu dem bilanziellen Ausweis

$$ {}_{i,k}B^{t}_{g,l} = {}_{i,k}X_{g,l} \quad , \quad (t=g+1,\ldots,g+a) \quad (i=8) $$

wenn a die Anzahl der tilgungsfreien Perioden darstellt.

Wird die periodische Tilgungsrate durch ${}_{i,k}T_{g,l}$ gekennzeichnet, dann ergibt sich für eine beliebige Periode t während der Tilgung der bilanzielle Ausweis

$$ {}_{i,k}B^{t}_{g,l} = {}_{i,k}B^{t-1}_{g,l} - {}_{i,k}T^{t-1}_{g,l} \quad (t=g+a+1,\ldots,g+1). $$

Dabei ergibt sich die Tilgungsrate, wenn ${}_{i,k}AN_{g,l}$ die Annuität darstellt[1], aus den Beziehungen

$$ {}_{i,k}T^{t}_{g,l} = \begin{cases} {}_{i,k}AN_{g,l} - {}_{i,k}ZE^{t}_{g,l} & \text{für } t=g+a \\ {}_{i,k}T^{t-1}_{g,l} \cdot (1+{}_{i,k}z_{g,l}) & \text{für } t=g+a+1,\ldots,g+1 \end{cases} $$

Für den Zinsertrag pro Teilperiode folgt daher:

$$ {}_{i,k}ZE^{t}_{g,l} = \begin{cases} {}_{i,k}X_{g,l} \cdot {}_{i,k}z_{g,l} & \text{für } t=g,\ldots,g+a-1 \\ {}_{i,k}ZE^{t-1}_{g,l} - {}_{i,k}T^{t}_{g,l} \cdot {}_{i,k}z_{g,l} & \text{für } t=g+a,\ldots,g+1-1 \end{cases} $$

Die Kreditgewährung löst damit eine Liquiditätsbelastung

$$ {}_{i,k}A^{g}_{1} = {}_{i,k}X_{g,l} $$

---

1 Die Annuität wird aus

$$ {}_{i,k}AN_{g,l} = \frac{{}_{i,k}X_{g,l}}{af} \text{ ermittelt, wobei} $$

$$ af = \frac{(1+{}_{i,k}z_{g,l})^{1-a}-1}{(1+{}_{i,k}z_{g,l})^{1-a} \cdot {}_{i,k}z_{g,l}} \text{ ist.} $$

In der Periode der Kreditgewährung aus; innerhalb der Laufzeit des Kredits erfolgen Liquiditätszuflüsse zunächst in Form von Zinszuflüssen zu alternativen Zeitpunkten t_j während der tilgungsfreien Perioden ($t = g,\ldots,g+a-1$):

$$t_n = \min_j \left\{ t_j \mid t_j \geq g \right\}$$

$$t_m = \max_j \left\{ t_j \mid t_j < g+a \right\}$$

$$i,k^{ZZ}{}_{g,l}^{t_n} = \sum_{t=g}^{t_n} i,k^{ZE}{}_{g,l}^{t}$$

$$i,k^{ZZ}{}_{g,l}^{t_{j+1}} = \sum_{t=t_j+1}^{t_{j+1}} i,k^{ZE}{}_{g,l}^{t} \quad (j=n,\ldots,m-1)$$

$$i,k^{ZZ}{}_{g,l}^{g+a-1} = \sum_{t=t_m+1}^{g+a-1} i,k^{ZE}{}_{g,l}^{t}$$

Während des Zeitraumes der Tilgung führen die Annuitäten in bestimmten Zeitpunkten t_j zu den Liquiditätszuflüssen:

$$t_{n^+} = \min_j \left\{ t_j \mid t_j \geq g+a \right\}$$

$$t_{m^+} = \max_j \left\{ t_j \mid t_j < g+1 \right\}$$

$$ {}_{i,k}Z^{t_{n^+}}_{g,l} = (t_{n^+} - g-a+1)_{i,k}AN_{g,l} $$

$$ {}_{i,k}Z^{t_{j+1}}_{g,l} = (t_{j+1} - t_j)_{i,k}AN_{g,l} \qquad (j=n^+,\ldots,m^+) $$

$$ {}_{i,k}Z^{g+1}_{g,l} = (g+1 - t_{m^+})_{i,k}AN_{g,l} $$

Kontokorrentkredite

Im Kontokorrentkreditgeschäft räumt die Bank ihren Kunden Kreditlinien ein, die diese über mehrere Perioden hinweg je nach ihrem Bedarf in wechselndem Umfang in Anspruch nehmen können. Erfahrungsgemäß weicht das eingeräumte Kreditvolumen von der tatsächlichen Inanspruchnahme ab, über das Ausmaß der Inanspruchnahme bestehen in der Bankpraxis jedoch recht gute Erfahrungssätze.

Wird die in der Periode g für eine Laufzeit von 1 Perioden eingeräumte Kreditlinie an den k-ten Kreditnehmer mit ${}_{i,k}X_{g,l}$ bezeichnet und gibt

$$ {}_{i,k}f^{t}_{g,l} \quad (0 \leq {}_{i,k}f^{t}_{g,l} \leq 1) \qquad (i=9) $$

den Anteil der Inanspruchnahme der Kredite in der Periode t an, so folgt ein bilanzieller Ausweis dieses Kredits in Höhe von

$$ {}_{i,k}B^{t}_{g,l} = {}_{i,k}X_{g,l} \cdot {}_{i,k}f^{t-1}_{g,l} \qquad (t=g+1,\ldots,g+1) $$

In der Periode der Kreditgewährung ist daher ein Liquiditätsbedarf von

$$i,k^{A^g} = i,k^{X}_{g,1} \cdot i,k^{f^g}_{g,1}$$

zu berücksichtigen, dem in der Periode g+1 der Liquiditätszufluß

$$i,k^{Z^{g+1}}_{g,1} = i,k^{B^{g+1}}_{g,1}$$

zugeordnet ist. Die sich für eine beliebige Periode t während der Laufzeit des Kontokorrentkredits ergebende Liquiditätswirkung folgt aus einer Mehr- oder Minderbeanspruchung der Kontokorrentlinie und ergibt sich daher aus dem Verhältnis der Inanspruchnahme in den Perioden t-1 und t; es ergibt sich eine Liquiditätsbelastung von

$$i,k^{A^t} = i,k^{X}_{g,1} \cdot \left(i,k^{f^t}_{g,1} - i,k^{f^{t-1}}_{g,1}\right) \quad (t=g+1,\ldots,g+1-1)$$

für

$$i,k^{f^t}_{g,1} > i,k^{f^{t-1}}_{g,1}$$

oder ein Liquiditätszugang

$$i,k^{Z^t}_{g,1} = i,k^{X}_{g,1} \cdot \left(i,k^{f^{t-1}}_{g,1} - i,k^{f^t}_{g,1}\right),$$

wenn

$$i,k^{f^t}_{g,1} < i,k^{f^{t-1}}_{g,1}$$

ist.

Der Erfolgsbeitrag - bezogen auf eine beliebige Teilperiode t - ergibt sich aus der Verzinsung des in Anspruch genommenen Kreditbetrages, wobei davon auszugehen ist, daß der Zinssatz p.r.t. von der Bank laufend an Veränderungen im Zinsniveau angepaßt wird und der Kontokorrentzinssatz daher im Zeitablauf variabel ist. Damit gibt

$$i,k^{ZE}{}^{t}_{g,1} = i,k^{B}{}^{t+1}_{g,1} \cdot i,k^{z}{}^{t}_{g,1} \quad (t=g,\ldots,g+1-1)$$

Die Liquiditätswirkung der Zinszuflüsse in den alternativen Perioden t_j ist wie bei den aktiven Geldmarktkrediten zu erfassen.

2. Die Struktur der Passivgeschäfte der Bank

a) Die Aufnahme von Geldmarktkrediten

Im Passivgeschäft kann sich die Bank kurzfristig bei anderen Kreditinstituten durch die Aufnahme von Geldmarktkrediten refinanzieren. Die durch die Geldaufnahme für 1 Perioden in Periode t ausgelösten Bestands-, Liquiditäts- und Erfolgswirkungen entsprechen denen, die bei der Gewährung von aktivischen Geldmarktkrediten erörtert wurden.

Damit ergibt sich ein bilanzieller Ausweis

$$^{j}B^{t}_{g,1} = {}^{j}_{k}X_{g,1} \quad (t=g+1,\ldots,g+1) \qquad (j=1),$$

ein Liquiditätszugang in der Periode der Kreditaufnahme von

$${}^{j}_{k}Z^{g}_{1} = {}^{j}_{k}X_{g,1} \,,$$

sowie eine Liquiditätsbelastung bei Fälligkeit durch die Rückzahlung des aufgenommenen Betrages

$$ {}^{j}_{k}A^{g}_{1} = {}^{j}_{k}B^{g+1}_{g,1} \; . $$

Der Zinsaufwand für eine beliebige Periode t folgt aus der Verzinsung des Kreditbetrages

$$ {}^{j}_{k}ZA^{t}_{g,1} = {}^{j}_{k}B^{t+1}_{g,1} \cdot {}^{j}_{k}z_{g,1} \quad (t=g,\ldots,g+1-1) $$

Die an t_j alternativen Zeitpunkten erfolgende Liquiditätsbelastung durch Zinsabflüsse wird erfaßt durch ein System, das entsprechend zum aktiven Geldmarktgeschäft formuliert wird. Es sei

$$ t_n = \min_j \left\{ t_j \mid t_j \geq g \right\} $$

$$ t_m = \max_j \left\{ t_j \mid t_j < g+1 \right\} ; $$

dann gilt

$$ {}^{j}_{k}ZA^{t_n}_{g,1} = \sum_{t=g}^{t_n} {}^{j}_{k}ZA^{t}_{g,1} $$

$$ {}^{j}_{k}ZA^{t_{j+1}}_{g,1} = \sum_{t=t_j+1}^{t_{j+1}} {}^{j}_{k}ZA^{t}_{g,1} \qquad (j=n,\ldots,m-1) $$

$$ {}^{j}_{k}ZA^{g+1-1}_{g,1} = \sum_{t=t_m+1}^{g+1-1} {}^{j}_{k}ZA^{t}_{g,1} \; . $$

b) Die Refinanzierung durch Lombardverschuldung

Die Bank kann sich in jeder Periode bei der Bundesbank gemäß § 19 BBkG durch die Lombardierung von Handelswechseln, Schatzwechseln, U-Schätzen und Schuldverschreibungen verschulden. Der Beleihung der Schuldverschreibungen wird der Kurswert zugrunde gelegt, bei den anderen lombardfähigen Wertpapieren dagegen der Nennbetrag.

Wird der durch die Beleihung von Schuldverschreibungen des k-ten Emittenten in der Periode h mit der Laufzeit d aufgenommene Lombardkredit mit ${}_{i,k}{}^{j}\chi^{h,d}_{g,l}$ bezeichnet, so ergibt sich dieser Betrag aus der Beziehung

$$ {}_{i,k}{}^{j}\chi^{h,d}_{g,l} = {}_{i,k}L^{h,d}_{g,l} \cdot {}_{i,k}u^{h}_{l} \cdot {}_{i}f \quad , \quad \begin{matrix} (h+d < g+1) \\ (j=2) \\ (i=6) \end{matrix} , $$

in der ${}_{i,k}L^{h,d}_{g,l}$ den Nominalbetrag von Schuldverschreibungen angibt, der in Periode g mit der Laufzeit l des Emittenten k erworben wurde und in Periode h für die Laufzeit d beliehen wird; durch Multiplikation mit dem in dieser Periode für diese Wertpapiere geltenden Kurs ergibt sich der Kurswert, auf den der Beleihungssatz ${}_{i}f$ angewendet wird.

Da die Beleihung von Handelswechseln und Geldmarktpapieren zum Nennwert erfolgt, ist die für die Schuldverschreibungen abgeleitete Bezeichnung zu der Form:

$$ {}_{i,k}{}^{j}\chi^{h,d}_{g,l} = {}_{i,k}L^{h,d}_{g,l} \cdot {}_{i}f \qquad \begin{matrix} (j=2) \\ (i=3,4,5) \end{matrix} $$

zu modifizieren, wobei ${}_{i,k}{}^{j}X_{g,l}^{h,d}$ den Lombardkreditbetrag angibt, der in der Periode h mit der Laufzeit d aufgenommen wird, und zwar durch die Beleihung des Nominalbetrages eines Wechselabschnitts, der in der Periode g mit der Laufzeit l vom Einreicher k hereingenommen wurde.

Für den Lombardkreditbestand gilt während der gesamten Laufzeit

$$ {}_{i,k}{}^{j}B_{g,l}^{t} = {}_{i,k}{}^{j}X_{g,l}^{h,d} \quad (t=h+1,\ldots,h+d) \qquad \begin{matrix}(j=2)\\(i=3,4,5,6)\end{matrix} $$

Die Liquiditätswirkung läßt sich erfassen durch den Liquiditätszufluß in der Periode der Kreditaufnahme

$$ {}_{i,k}{}^{j}Z_{g,l}^{h} = {}_{i,k}{}^{j}X_{g,l}^{h,d} $$

und die Liquiditätsbelastung bei Fälligkeit des Kredits

$$ {}_{i,k}{}^{j}A_{g,l}^{h+d} = {}_{i,k}{}^{j}B_{g,l}^{h+d} \quad , $$

sowie die Liquiditätswirkung der zu zahlenden Zinsen, wobei angenommen sei, daß diese bei Fälligkeit des Lombardkredits gezahlt werden

$$ {}_{i,k}{}^{j}ZA_{g,l}^{h+d} = \sum_{t=h}^{h+d-1} {}_{i,k}{}^{j}ZK_{g,l}^{t,d} \quad , $$

wobei sich der negative Erfolgsbeitrag in Form des Zinsaufwandes pro Teilperiode aus

$$ {}_{i,k}{}^{j}ZK_{g,l}^{t,d} = {}_{i,k}{}^{j}B_{g,l}^{t} \cdot {}^{j}z^{t} \qquad (t=h,\ldots,h+d-1) $$

ergibt.

c) Das Einlagengeschäft

Im Einlagengeschäft mit Kunden nimmt die Bank Sicht-, Termin- und Spareinlagen entgegen. Bei den Termineinlagen ist wegen ihrer Befristung eine Erfassung der Laufzeiten sowie der Konditionen erforderlich, da Termineinlagen je nach Laufzeit und Verhandlungsmacht der Einleger zu unterschiedlichen Konditionen angenommen werden. Der Block der Sicht- und Spareinlagen dagegen wird wegen der Vielzahl der einzelnen Einlagen nicht differenziert betrachtet, zudem ist die Verzinsung im Regelfall für alle Einlagen gleich und ferner kann die materielle Laufzeit der Einlagen nicht exakt quantifiziert werden. Sicht- und Spareinlagen werden daher in ihrer Gesamtheit betrachtet.

Die Veränderung des Sichteinlagenbestandes in einer Periode t resultiert einmal aus autonomen Zahlungsvorgängen der Einleger, die als Saldo erfaßt werden; zum anderen erfolgen Veränderungen des Sichteinlagenbestandes aufgrund der internen Verrechnung bei der Gewährung von Krediten, beim Ankauf von Wertpapieren etc..[1] Die positive oder negative Bestandsveränderung der Sichteinlagen in der Periode t ergibt sich daher aus

$$j_B^{t+1} = j_B^t + j_{PA}^t + j_{PI}^t \quad \begin{matrix}(j=3)\\(t=t_{min},\ldots,t_{max})\end{matrix},$$

wobei die autonome positive oder negative Änderung der Sichteinlagen einer Periode t durch j_{PA}^t, die Änderung aufgrund der internen Verrechnung durch j_{PI}^t wiedergegeben wird. Dabei folgt j_{PI}^t aus der Beziehung

---

1 Zur Erfassung dieser Faktoren vgl. im einzelnen S. 170 ff. dieser Arbeit.

$$j_{PI}{}^t = \sum_{i=2}^{9} ({}_iZ^t + {}_iZZ^t - {}_iA^t) \cdot (1 - {}_ib^t) \cdot {}_iv^t$$

$$+ \sum_{\substack{j=1 \\ j\neq 3}}^{5} ({}^jZ^t - {}^jZA^t - {}^jA^t) \cdot (1 - {}^jb^t) \cdot {}^jv^t \ ,$$

wenn der Faktor v das Ausmaß der internen Verrechnung und der Faktor b den Umfang der Barzahlung angibt.

Der Zinsaufwand im Sichteinlagengeschäft ergibt sich aus der Verzinsung des Bestandes mit dem variablen Zinssatz p.r.t. ${}^jz^t$

$$^jZK^t = {}^jB^{t+1} \cdot {}^jz^t \quad (t=t_{min},\ldots,t_{max}) \ .$$

Als Liquiditätswirkung ist der autonome Zu- oder Abfluß

$$^jZ^t = {}^jPA^t \ (t=t_{min},\ldots,t_{max})$$

zu erfassen, sowie die Liquiditätswirkung der Zinsen, die in ihrer Struktur wie bei den passiven Geldmarktkrediten (j=1) zu berücksichtigen ist.

Im Termineinlagengeschäft nimmt die Bank in der Periode g eine Einlage mit der Laufzeit von 1 Perioden eines Einlegers k entgegen, die zu einem bilanziellen Ausweis

$$^j_kB^t = {}^j_kX_{g,1} \qquad \begin{matrix}(j=4)\\(t=g+1,\ldots,g+1)\end{matrix}$$

führt.

Aus der Annahme und der Rückzahlung der befristeten Einlage ergeben sich der Liquiditätszufluß:

$$ {}_{k}^{j}Z_{1}^{g} = {}_{k}^{j}X_{g,1} $$

und der Abfluß an Liquidität von

$$ {}_{k}^{j}A_{1}^{g+1} = {}_{k}^{j}X_{g,1} \; ; $$

daneben ist die Liquiditätsbelastung infolge der Zinszahlungen während der Laufzeit der Termineinlage wie bei j=1 zu erfassen.

Der Zinsaufwand für eine beliebige Teilperiode t resultiert aus

$$ {}_{k}^{j}ZK_{g,1}^{t} = {}_{k}^{j}X_{g,1} \cdot {}_{k}^{j}z_{g,1} \qquad (t=g,\ldots,g+1-1) \; . $$

Im Spareinlagengeschäft wird ebenfalls wie im Sichteinlagengeschäft die gesamte autonome Bestandsveränderung in einer Periode t als Saldo in Form einer Bestandszu- oder-abnahme erfaßt:

$$ {}^{j}B^{t+1} = {}^{j}B^{t} + {}^{j}PA^{t} \qquad (t=t_{min},\ldots,t_{max}^{(j=5)}) $$

Der Zinsaufwand im Spareinlagengeschäft ergibt sich für eine Teilperiode t aus

$$ {}^{j}ZK^{t} = {}^{j}B^{t+1} \cdot {}^{j}z^{t} \quad , \qquad (t=t_{min},\ldots,t_{max}) \; , $$

wobei ${}^{j}z^{t}$ den von der Bank variabel gehaltenen Spareinlageneckzins p.r.t. darstellt.

Die sich aus der Zinszahlung an alternativen Zeitpunkten ergebenden Liquiditätsabflüsse sind wiederum wie bei j=1 zu erfassen.

IV. Die Rahmenbedingungen des Simulationsmodells

Die Handlungen des Bankleiters, die sich in den disponiblen Transaktionen niederschlagen, müssen im Rahmen des Entscheidungsfeldes erfolgen. Es sind daher die wichtigsten Beschränkungen des Entscheidungsfeldes herauszuarbeiten, die Einfluß auf die zulässige Menge an Handlungsalternativen ausüben.[1] Hierzu zählen vor allem die Liquiditäts- und Mindestreservebedingung, die Grundsätze des Bundesaufsichtsamtes für das Kreditwesen, die Angebots- und Nachfragebedingungen sowie die Rediskont- und Lombardbeschränkung. Gehen in die einschränkenden Nebenbedingungen stochastische Größen ein, dann wird nicht gefordert, daß die Nebenbedingung mit Sicherheit eingehalten werden muß; vielmehr kann sinnvollerweise nur die Forderung erhoben werden, daß die Rahmenbedingung mit einem vom Entscheidungsträger festgelegten Sicherheitsniveau nicht verletzt wird. Als zulässig werden daher auch solche Handlungsprogramme betrachtet, die mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit Nebenbedingungen verletzen, die Wahrscheinlichkeit jedoch nicht über das festgelegte Sicherheitsniveau hinausgeht. Dabei kann an das Sicherheitsniveau α^t im Zeitablauf unterschiedliche Anforderungen gestellt werden.

1. Die Liquiditätsbedingung

Zu den wichtigsten Bedingungen, die den Rahmen der zulässigen Lösungen des Modells begrenzen, zählt die Zahlungsbereitschaft der Bank. Um die Liquiditätswirkung der bankbetrieblichen Transaktionen zu erfassen, ist zu berücksichtigen, daß

---

1 Um die Indizierung übersichtlich zu halten, wird der Beginn des Planungszeitraumes t_1 mit dem Monatsersten gleichgesetzt.

Ein- und Auszahlungen bar oder unbar erfolgen können. Der Barzahlungsfaktor b^t ($0 \leq b^t \leq 1$) kennzeichnet den Bruchteil der Zahlungen, der in barer Form vorgenommen wird und damit zu einem Kassenzu- bzw. Kassenabgang führt.

Infolge der baren oder unbaren Zahlungsweise ergeben sich für die Liquiditätslage der Bank erhebliche unterschiedliche Auswirkungen. Bei den in unbarer Form vom Bankkunden aufgegebenen Auszahlungsverfügungen kann das begünstigte Konto bei derselben oder einer anderen Bank sein. Soweit eine interne Verrechnung erfolgt, Zahlungsverfügungen also durch Kontoübertragung innerhalb der Bank ausgeführt werden, wird Zentralbankgeld nicht in Anspruch genommen. Ist keine interne Verrechnung möglich, dann erfolgt eine Verrechnung über das LZB-Konto des Instituts. Der interne Verrechnungsfaktor v^t ($0 \leq v^t \leq 1$) gibt den Bruchteil der unbaren Auszahlungen an, der durch Umbuchung von Kundenkonto auf Kundenkonto innerhalb der Bank abgewickelt werden kann.

Der Endbestand auf dem LZB-Konto der Periode t ergibt sich aus dem Anfangsbestand der Periode t zuzüglich der Summe der Zahlungen, die sich in dieser Periode aufgrund der Barzahlung und der internen Verrechnung auf das LZB-Konto auswirken. Somit ergibt sich für das LZB-Guthaben der Bestand

$$
\begin{aligned}
{}^{+}_{1}B^{t+1} = {}^{+}_{1}B^{t} &+ \sum_{i=2}^{9} ({}_{i}Z^{t} - {}_{i}A^{t} + {}_{i}ZZ^{t}) \cdot (1 - {}_{i}b^{t}) \cdot (1 - {}_{i}v^{t}) \\
&+ \sum_{j=1}^{5} ({}^{j}Z^{t} - {}^{j}A^{t} - {}^{j}_{Z}A^{t}) \cdot (1 - {}^{j}b^{t}) \cdot (1 - {}^{j}v^{t}) \\
&\qquad (t = t_{min}, \ldots, t_{max}) \; .
\end{aligned}
$$

$$
({}^{j}v^{t} = 1 \quad \text{für} \quad j = 3)
$$

Der Kassenbestand der Periode t folgt entsprechend aus

$$
{}^{++}_{1}B^{t+1} = {}^{++}_{1}B^{t} + \sum_{i=2}^{9} ({}_{i}Z^{t} + {}_{i}A^{t} + {}_{i}ZZ^{t}) \cdot {}_{i}b^{t} + \sum_{j=1}^{5} ({}^{j}Z^{t} - {}^{j}A^{t} - {}^{j}ZA^{t}) \cdot {}^{j}b^{t}
$$

$$
(t = t_{min}, \ldots, t_{max}) \; .
$$

Die Barreserve ergibt sich aus der Addition des Kassenbestandes und des LZB-Guthabens:

$$
{}_{1}B^{t} = {}^{+}_{1}B^{t} + {}^{++}_{1}B^{t} \; .
$$

Da die Bank immer eine Substitution zwischen den beiden Komponenten der Barreserve vornehmen kann, ist die Liquidität als gesichert zu betrachten, wenn die Barreserve, die durch deterministische und stochastische Größen bestimmt wird, mindestens mit der Wahrscheinlichkeit α_1^t größer oder gleich Null ist. Die disponiblen Zahlungsströme müssen damit von der Bankleitung so gesteuert werden, daß die Beziehung

$$
P\left\{ {}_{1}B^{t} \geq 0 \right\} \geq \alpha_1^t
$$

eingehalten wird.

2. Die Mindestreservebedingung

Die Kreditinstitute sind gemäß § 16 BBkG und der Anweisung der Deutschen Bundesbank über Mindestreserven (AMR)[1] verpflichtet, auf ihrem Girokonto bei der Deutschen Bundesbank Mindestreserven zu

1 § 16 BBkG; AMR vom 10.11.1968 in der Fassung vom 22.10.1970.

zu unterhalten. Diese Reservepflicht ist dann erfüllt, wenn die Ist-Reserve mindestens die Höhe des Reserve-Solls erreicht. Das Reserve-Soll ergibt sich durch Anwendung der festgelegten Mindestreservesätze (v.H.-Sätze) auf den Durchschnitt der reservepflichtigen Verbindlichkeiten in der Zeit vom 16. des Vormonats bis zum 15. des laufenden Monats.[1]

Als Ist-Reserve gilt der Monatsdurchschnitt des bei der Deutschen Bundesbank in der Zeit vom 1. bis Ultimo des laufenden Monats unterhaltenen Guthabens; die Ist-Reserve wird aus dem Stand des Giroguthabens der Bank bei der Deutschen Bundesbank am Ende sämtlicher Tage des Monats ermittelt.

Aufgrund der gesetzlichen Konstruktion der Mindestreservevorschriften brauchen die Mindestreserven somit nur im Monatsdurchschnitt gehalten zu werden. Dadurch ergibt sich für die Bank die Möglichkeit der Mindestreservedispositionen[2] durch unterschiedliche Anpassungsmaßnahmen der Ist-Reserve an das Reserve-Soll, indem sie an einigen

---

1 Zur Ermittlung des Durchschnitts der reservepflichtigen Verbindlichkeiten kann die Stichtags- oder die Durchschnittsmethode angewendet werden. Bei der Stichtagsmethode wird der Monatsdurchschnitt aus den Beständen der reservepflichtigen Verbindlichkeiten am Ende der folgenden vier Stichtage ermittelt:
23. Tag des Vormonats. Ultimo des Vormonats, 7. Tag des laufenden Monats, 15. Tag des laufenden Monats.
Demgegenüber wird bei der Durchschnittsmethode der Monatsdurchschnitt aus den Beständen der reservepflichtigen Verbindlichkeiten an den Geschäftstagen und den geschäftsfreien Tagen in der Zeit vom 16. des Vormonats bis zum 15. des laufenden Monats ermittelt. Als Bestand an geschäftsfreien Tagen gilt der Bestand am vorhergegangenen Geschäftstag.

2 Die relativ geringe Möglichkeit der Bank, das Reserve-Soll durch Verminderung oder Umstrukturierung der reservepflichtigen Verbindlichkeiten oder durch Wahl der günstigsten Berechnungsmethode zu beeinflussen, kann im folgenden außer Betracht bleiben.

Tagen den Monatsdurchschnitt unterschreitet und ihrer Reservepflicht durch Überschreitung an anderen Tagen nachkommt. Wird während des Monats mit einem steigenden Geldmarktzins gerechnet, so ist c.p. die Haltung von Mindestreserven zeitlich vorzuziehen, also eine zeitliche Variation der Mindestreserven in Form einer Antizipation vorzunehmen, um die zum Ende des Monats nicht mehr zur Mindestreservehaltung benötigten Mittel zu dem erwarteten höheren Zins anlegen zu können. Kann dagegen mit einem fallenden Geldmarktzins gerechnet werden, so wird eine zeitliche Variation der Mindestreserven in Form einer Dilation erfolgen, indem c.p. die Haltung von Mindestreserven auf das Ende des Monats verschoben wird, um die vorhandenen liquiden Mittel zu dem nun höheren Zinsniveau anlegen zu können.[1]

Erreicht die Ist-Reserve das Reserve-Soll eines Monats nicht, dann hat die Bank auf den Fehlbetrag für 30 Tage einen Sonderzins zu entrichten, der bis zu 3 v.H. über dem jeweiligen Lombardsatz liegen kann.[2] Kommt es in zwei aufeinanderfolgenden Monaten zu einer Unterschreitung, so ist ein Ausschluß vom Scheckeinzugsverfahren der Landeszentralbanken möglich[3]; in diesem Fall kann auch eine Kürzung der Refinanzierungskontingente seitens der Bundesbank erfolgen.[4] Ferner wird bei einer erheblichen oder wiederholten Unterschreitung die Bankenaufsichtsbehörde nach Mitteilung der Bundesbank in den Geschäftsbetrieb eingreifen.

---

1 Vgl. Wittgen, R., Die Geldpolitik der Geschäftsbanken, Frankfurt a.M. 1965, S. 9.

2 Vgl. § 10 AMR i.V.m. § 16, 3 BBkG.

3 Vgl. Spindler, J.v./Becker, W./Starke, O.-E., a.a.O., S. 294.

4 Vgl. Krümmel, H.-J., Liquiditätssicherung im Bankwesen, in: Kredit und Kapital, 1. Jg. (1968), S. 276.

Die Ist-Reserve, die sich durch Summation der Endbestände auf dem LZB-Konto vom 1. bis zum Ultimo des Monats ergibt, wird dementsprechend ermittelt als:

$$\text{Ist-Reserve} = \sum_{t=t_2}^{t_{31}} {}_{+B}t.$$

Bei der Berechnung des Reserve-Solls bis zum 15. des Monats ist zu berücksichtigen, daß - wegen der zeitlichen Verschiebung von Ist-Reserve und Reserve-Soll - am 1. des Monats bereits ein bestimmtes Reserve-Soll (S) aus der Zeit vom 16. bis Ultimo des Vormonats aufgelaufen ist. Das Reserve-Soll bis zum 15. des laufenden Monats ermittelt sich dann als:

$$\text{Reserve-Soll} = S + \frac{\sum_{t=t_2}^{t_{16}} \sum_{j=3}^{5} j_B t \cdot j_m t}{15},$$

wenn m den Mindestreservesatz angibt.

Verschiebt sich durch die rollende Planung der Entscheidungszeitpunkt, dann wird ebenfalls die Situation eintreten, daß bereits eine bestimmte Ist-Reserve aufgelaufen ist; die Ermittlung der Ist-Reserve für den restlichen Monatszeitraum kann in entsprechender Weise wie bei der Bestimmung des Reserve-Solls erfolgen. Durch diese Operationen wird gewährleistet, daß die Bankleitung an jedem Plantag während des Berechnungszeitraums der Mindestreserven die Ist-Reserve dem Reserve-Soll anpassen kann.

Die Pflicht zur Unterhaltung von Mindestreserven erfordert daher, daß nur solche Handlungsalternativen realisiert werden, bei denen die Bedingung

$$P\left\{\sum_{t=t_2}^{t_{31}} {}_1B^t - \left(S + \frac{\sum_{t=t_2}^{t_{16}} \sum_{j=3}^{5} j_B t . j_m t}{15} \right) \geq 0 \right\} \geq \alpha_2$$

gewährleistet ist und somit die Wahrscheinlichkeit der Nichterfüllung von Mindestreservevorschriften eine vorgegebene Grenze nicht übersteigt. Durch die Aufnahme dieser Bedingung in das Modell wird es möglich, im Rahmen der kurzfristigen Gelddisposition alternative Mindestreservestrategien durchzuspielen und eine solche kurzfristige Gelddisposition herauszuarbeiten, bei der die Mindestreservevorschriften hinreichend beachtet werden.[1]

3. Die Grundsätze des Bundesaufsichtsamtes für das Kreditwesen

Die Grundsätze des Bundesaufsichtsamtes für das Kreditwesen, die das Eigenkapital und die Liquidität der Kreditinstitute betreffen, bilden eine weitere Rahmenbedingung der bankbetrieblichen Tätigkeit. Überschreitet ein Kreditinstitut die in den Grundsätzen festgelegten Obergrenzen nicht nur geringfügig oder wiederholt, so ist in der Regel die Vermutung begründet, daß das Kreditinstitut nicht über das erforderliche Eigenkapital verfügt (Grundsatz I) oder daß seine Liquidität nicht hinreichend gesichert ist (Grundsatz II und III).

1 Die Möglichkeit der Mindestreservendisposition ist in den Modellen von Deppe und Meyer zu Selhausen nicht berücksichtigt; in beiden Modellen wird der Monatsdurchschnitt unterhalten; vgl. Deppe, H.-D., Bankbetriebliches Wachstum, a.a.O., S. 122 ff.; vgl. Meyer zu Selhausen, H., Die Optimalplanung von Kapitalbeschaffung und Kapitalverwendung einer Kreditbank mit den Methoden der Unternehmensforschung, a.a.O., S. 145 ff.; vgl. dagegen den Ansatz bei Lippmann, H., a.a.O., S. 39 ff.

In diesen Fällen kann die Bankenaufsicht gemäß § 45 KWG in die Geschäftspolitik der Bank eingreifen und zum anderen macht die Deutsche Bundesbank die Refinanzierung von der Einhaltung der Grundsätze abhängig.[1]

Grundsatz I bindet das Volumen der Kredite an das Eigenkapital der Bank. Bei dem in der vorliegenden Untersuchung angenommenen Geschäftsbereich der Bank ergibt sich für die Auswahl zwischen alternativen Handlungsprogrammen aus Grundsatz I die Forderung, daß die Wahrscheinlichkeit einer positiven Differenz aus dem 18-fachen des Eigenkapitals und der Summe aus den Krediten, d.h. 20 % des Bestandes an Geldmarktkrediten, des Wechselbestandes, der Einzel- und Kontokorrentkredite sowie der noch bestehenden Verbindlichkeiten aus dem Rediskont von Wechseln[2] mindestens gleich dem vorgegebenen Niveau α_3 entspricht:

$$P\left\{18\cdot {}^{6}B^{t}-(0{,}2\,{}_{2}B^{t}+{}_{5}B^{t}+{}_{8}B^{t}+{}_{9}B^{t}+\sum_{\substack{g<t\\ t\leq g+1\leq t+x}}\sum_{v=g+1}^{t-1}\sum_{k=1}^{q}{}_{5,k}Y^{v}_{g,1})\geq 0\right\}\geq \alpha_3^t$$

Durch Grundsatz II wird das Volumen der langfristigen Anlagen eines Instituts an die langfristigen Finanzierungsmittel gebunden. Aus Grundsatz II folgt damit die Bedingung

---

1 Da die Grundsatzziffern jeweils zum Monatsende aus Positionen der von den Kreditinstituten abzugebenden Meldungen zur Monatlichen Bilanzstatistik errechnet werden, ist für Ultimo des Monats zu prüfen, ob die Grundsätze aufgrund des nicht-disponiblen Geschäfts und der Entscheidungsvariablen hinreichend eingehalten werden; umfaßt die betrachtete Periode einen längeren Zeitabschnitt als den eines Monats, dann kann in Annäherung die Beachtung der Grundsätze auch für diesen längeren Zeitabschnitt gefordert werden.

2 Zum Rediskont von Wechseln vgl. im einzelnen S. 181 ff. dieser Arbeit.

$$P\left\{ {}^{6}B^{t} + 0{,}1\,{}^{3}B^{t} + 0{,}1\,{}^{4}B^{t} + 0{,}6\,{}^{5}B^{t} - {}_{8}B^{+t} \geq 0 \right\} \geq \alpha_4^t \;;$$

dabei gibt

$$j_B{}^{+t} = \sum_{\substack{g<t \\ g+1\geq t \\ 1<w}} \sum_{k=1}^{q} {}^{j}{}_{k}B^{t}_{g,1} \qquad (j=4)$$

den Bestand an Termineinlagen an, der eine Laufzeit 1 von weniger als w=4 Jahren = 1440 Tage aufweist und

$$i B^{+t} = \sum_{\substack{g<t \\ g+1>t \\ 1>w}} \sum_{k=1}^{q} {}_{i,k}B^{t}_{g,1} \qquad (i=8)$$

den Bestand an Kundenkrediten an, dessen Laufzeit 1 mindestens w=4 Jahre = 1440 Tage oder länger beträgt.

Im Grundsatz III werden die kurz- und mittelfristigen Anlagen der Bank - sofern sie nicht zu den liquiden Mitteln gezählt werden - an die als kurz- oder mittelfristig angesehenen Finanzierungsmittel gekoppelt. Ein Finanzierungsüberschuß im Grundsatz II ist allerdings zu den Finanzierungsmitteln im Grundsatz III hinzuzurechnen, ein Finanzierungsfehlbetrag ist entsprechend abzusetzen.

Setzt man für die langfristigen Finanzierungsmittel des Grundsatzes II

$$L = {}^{6}B^{t} + 0{,}1 \cdot {}^{3}B^{t} + 0{,}1 \cdot {}^{4}B^{+t} + 0{,}6 \cdot {}^{5}B^{t}$$

und für die langfristigen Anlagen

$$M = {}_{8}B^{+t} \;,$$

dann gibt die Finanzierungsdifferenz

$$D = L - M$$

den Finanzierungsüberschuß (L > M) bzw. das Finanzierungsdefizit (L < M) an, das aus Grundsatz II in Grundsatz III zu übernehmen ist.

Unter Berücksichtigung dieser Finanzierungsdifferenz ergibt sich - bei dem im Modell angenommenen Geschäftskreis - aus Grundsatz III unter Berücksichtigung des nicht-disponiblen Geschäfts für die Wahl zwischen den Handlungsalternativen die Bedingung

$$P\left\{0{,}35\cdot {}^{1}B^{t}+0{,}2\cdot {}^{5}B^{t}+0{,}6\,{}^{4}B^{++t}+D-({}_{7}B^{t}+{}_{8}B^{++t}+{}_{9}B^{t})\geq 0\right\}\geq \alpha_{5}^{t}$$

wobei

$$ {}_{i}B^{++t} = \sum_{\substack{g<t \\ g+1\geq t \\ 1<w}} \sum_{k=1}^{a} {}_{i,k}B^{t}_{g,1} \qquad (i=8)$$

den Bestand an Kundenkrediten angibt, dessen Laufzeit 1 weniger als w = 4 Jahre beträgt.

4. Die Angebots- und Nachfragebedingungen

Bei der Wahl zwischen alternativen Handlungsmöglichkeiten sind die durch Beschaffungs- und Absatzmärkte gesetzten Grenzen zu beachten.

Die Gewährung von Geldmarktkrediten wird durch das vorhandene Nachfragepotential begrenzt, ebenso wie die Refinanzierung der Bank am Geldmarkt und am Markt für Termineinlagen einer Beschränkung unterliegt; dies gilt auch für den Erwerb von Geldmarktpapieren, während für Aktien und Rentenwerte keine Beschränkung des Angebots in der Periode t zu beachten ist.

Wird die Nachfrage im Aktivgeschäft durch das Symbol NA, das Angebot im Passivgeschäft durch AN wiedergegeben, wobei Angebot und Nachfrage als stochastische Größen angesehen werden müssen, so ergeben sich die Bedingungen

$$P\left\{{}_{i,k}NA_{g,1} - {}_{i,k}X_{g,1} \geq 0\right\} \geq {}_{i}\alpha_{6}^{t} \quad (i=2,\ldots,5)$$

$$P\left\{{}_{k}^{j}AN_{g,1} - {}_{k}^{j}X_{g,1} \geq 0\right\} \geq {}_{j}\alpha_{7}^{t} \quad (j=1,4)$$

Auch bei der Gewährung von Kundenkrediten sind Nachfragebeschränkungen wirksam. Während aber das Nachfragepotential z.B. nach aktiven Geldmarktkrediten in der Periode t nicht um die in der Vorperiode t-1 unbefriedigte Nachfrage ansteigt, da die Nachfrage nach Geldmarktkrediten kurzfristig durch die Liquiditätslage bedingt wird und daher nicht über mehrere Perioden bestehen bleibt, ist dies bei den Kundenkrediten nicht der Fall. In der vorliegenden Untersuchung wird vielmehr angenommen, daß die von der Bank in einer Periode nicht befriedigte Nachfrage für das Institut nicht ganz verloren geht. Ein Teil der abgewiesenen Kreditantragsteller wechselt zwar zu konkurrierenden Instituten über, der Bank ist es jedoch möglich, in beträchtlichem Umfang die zeitliche Kreditnachfrage zu steuern. Wenn

$${}_{i}k \quad (0 \leq {}_{i}k \leq 1)$$

den Bruchteil der zeitlich übertragbaren Kreditnachfrage angibt und z.B. nur von der Übertragung zwischen zwei Perioden ausgegangen wird, so gilt die Bedingung:

$$P\left\{{}_{i,k}NA_{g,1} + ({}_{i,k}NA_{g-1,1} - {}_{i,k}X_{g-1,1}) \cdot {}_{i}k - {}_{i,k}X_{g,1} \geq 0\right\} \geq {}_{i}\alpha_{8}^{t}$$

$$(i=7,8)$$

Schließlich ergeben sich noch die Verkaufsbeschränkungen für Geldmarktpapiere, Dividenden- und Rentenwerte. Für die Dividendenwerte ergibt sich die einfache Bedingung, daß die nominellen Verkäufe den Nominalbestand nicht überschreiten können:

$$i,k^{Y^t_{g,1}} \leq i,k^{X_{g,1}} - \sum_{v=g+1}^{t-1} i,k^{Y^v_{g,1}} \qquad (i=7)$$

$$(t=g+2,\ldots,g+1-1)$$

Bei den Rentenwerten und Geldmarktpapieren sind vom nominellen Anfangsbestand der Periode t die nominellen Bestände abzusetzen, die in dieser Periode lombardiert werden sollen bzw. bereits in früheren Perioden lombardiert wurden und sich noch im Lombard befinden; somit ergibt sich

$$i,k^{Y^t_{g,1}} \leq \underbrace{i,k^{X_{g,1}} - \sum_{v=g+1}^{t-1} i,k^{Y^v_{g,1}}}_{\text{Nominalbestand}} - \underbrace{i,k^{L^{t,d}_{g,1}} - \sum_{\substack{h=g+1 \\ h+d \geq t}}^{t-1} i,k^{L^{h,d}_{g,1}}}_{\text{in t neu und in t noch lombardierter Bestand}}$$

$$(i=3,4,6)$$

$$(t=g+2,\ldots,g+1-1)$$

5. Die Rediskont- und Lombardbeschränkung

Die in einer Periode t mögliche Verschuldung des Instituts bei der Bundesbank durch die Aufnahme eines Rediskontkredits ist durch

- den rediskontfähigen Bestand an Handelswechseln und
- das freie Rediskontkontingent

begrenzt; als bundesbankfähig gelten nur solche Wechsel, die innerhalb von x = 90 Tagen fällig werden, für deren Restlaufzeit also $g+1 \leq t+x$ zu-

trifft. Da Handelswechsel auch zum Lombard eingereicht werden können, wird die Rediskontierung in der Periode t beschränkt durch den Nominalbestand an bundesbankfähigen Handelswechseln, den in dieser Periode neu zum Lombard eingereichten Nominalbetrag und dem bereits lombardierten und noch im Lombard befindlichen nominellen Wechselbetrag mit entsprechender Laufzeit.

Damit ergibt sich:

$$i,k^{Y^t_{g,1}} = i,k^{X_{g,1}} - \sum_{v=g+1}^{t-1} i,k^{Y^v_{g,1}} - i,k^{L^{t,d}_{g,1}} - \sum_{\substack{h=g+1 \\ h+d>t}}^{t-1} i,k^{L^{h,d}_{g,1}}$$

Nominalbestand

in t neu und in t noch lombardierter Bestand

$(i=5)$
$(t \leq g+1 \leq t+x)$

Eine weitere Beschränkung ergibt sich aus dem Rediskontkontingent, da der in der Periode t geplante Rediskontkredit das freie Rediskontkontingent nicht übersteigen kann. In einer Periode t können Wechsel mit beliebiger Restlaufzeit zum Diskont eingereicht werden, wenn nur $g+1 \leq t+x$ gilt; der in der Periode t neu aufgenommene Rediskontkredit ergibt sich unter Berücksichtigung der verschiedenen Restlaufzeiten und der Abzinsung aus:

$$RK^t = \sum_{\substack{g<t \\ t \leq g+1 \leq t+x}} \sum_{k=1}^{q} i,k^{Y^t_{g,1}} \cdot \left[1-({}_i r^t (1-(g+1-t)))\right] \quad (i=5)$$

Gibt WK^t das freie Wechselkontingent an, dann gilt somit

$$RK^t \leq WK^t \ .$$

Das freie Rediskontkontingent WK^t folgt aus dem eingeräumten Kontingent WK abzüglich der Summe der in den vorgelagerten Perioden rediskontierten, jedoch noch nicht fälligen Wechsel:

$$WK^t = WK - \sum_{\substack{g<t \\ t\leq g+1\leq t+x}} \sum_{v=g+1}^{t-1} \sum_{k=1}^{q} {}_{i,k}Y^v_{g,1} \left[1-({}_i r^v \ (1-(g+1-v))) \right]_{(i=5)}.$$

Die Höhe des Rediskontkontingents richtet sich zunächst nach der Höhe des sog. Normkontingents, das sich wiederum nach dem Eigenkapital der Bank und dem jeweils festgelegten - für die einzelnen Bankengruppen jedoch zum Teil unterschiedlichen - Multiplikator bemißt.[1] Das für die einzelne Bank - z.B. aufgrund der Liquiditätslage - bemessene effektive Rediskontkontingent weicht hiervon im allgemeinen nur geringfügig ab. Sieht man vom letzteren ab, dann gilt

$$WK = {}^6B^t \cdot \ {}_\Theta{}^t$$

wo ${}_\Theta{}^t$ den Multiplikator darstellt.

Die Verschuldung bei der Bundesbank durch die Aufnahme eines Lombardkredits kann nach § 19 BBkG durch die Lombardierung von

- Wechseln, die innerhalb von drei Monaten fällig werden
- Schatzwechseln, die innerhalb von drei Monaten fällig werden
- unverzinslichen Schatzanweisungen, die innerhalb eines Jahres fällig sind
- festverzinsliche Schuldverschreibungen

erfolgen.

---

1 Vgl. Deutsche Bundesbank, Geschäftsbericht 1971, S. 116.

Einmal ergeben sich Beschränkungen durch den Bestand an lombardfähigen Objekten. Die Lombardierung von bundesbankfähigen Wechseln bzw. Schatzwechseln kann den vorhandenen lombardfähigen Bestand, d.h. solche Wechsel, die innerhalb von x = 90 Tage fällig werden, zu Beginn der Periode t abzüglich der Wechsel, die hiervon in der Periode t zum Rediskont eingereicht werden, nicht überschreiten. Daraus ergibt sich die Bedingung

$$ {}_{i,k}^{j}L_{g,1}^{t,d} \leq {}_{i,k}B_{g,1}^{t} - {}_{i,k}Y_{g,1}^{t} \quad \begin{matrix}(i=3,5)\\(g+1<t+d)\\(t\leq g+1\leq t+x)\end{matrix} $$

damit folgt:

$$ {}_{i}^{j}L^{t,d} = \sum_{\substack{g<t\\ t\leq g+1\leq t+x}} \sum_{k=1}^{q} {}_{i,k}^{j}L_{g,1}^{t,d} . $$

Bei den unverzinslichen Schatzanweisungen ergibt sich eine den Wechseln und Schatzwechseln entsprechende Beschränkung, jedoch darf hier die Restlaufzeit y = 360 Tage betragen. Es gilt daher

$$ {}_{i,k}^{j}L_{g,1}^{t,d} \leq {}_{i,k}B_{g,1}^{t} - {}_{i,k}Y_{g,1}^{t} \quad \begin{matrix}(i=4)\\(g+1<t+d)\\(t\leq g+1\leq t+y)\end{matrix} $$

und somit

$$ {}_{i}^{j}L^{t,d} = \sum_{\substack{g<t\\ t\leq g+1\leq t+y}} \sum_{k=1}^{q} {}_{i,k}^{j}L_{g,1}^{t,d} . $$

Für die Lombardierung von Schuldverschreibungen ergibt sich keine zeitliche Beschränkung. Der Nominalbetrag der zum Lombard eingereichten Wertpapiere darf den Anfangsbestand abzüglich der geplanten Verkäufe nicht übersteigen:

$$ {}_{i,k}^{j}L_{g,1}^{t,d} \leq {}_{i,k}B_{g,1}^{t} - {}_{i,k}Y_{g,1}^{t} \quad \begin{matrix}(i=6)\\(g+1<t+d);\end{matrix} $$

ferner gilt

$$ {}_{i}^{j}L^{t,d} = \sum_{\substack{g<t \\ t \leq g+1}} \sum_{k=1}^{q} {}_{i,k}^{j}L_{g,1}^{t,d} $$

Die Lombardverschuldung der Bank ist zum anderen durch die von der Bundesbank hierfür aufgestellten Grundsätze begrenzt. "Ob ein Lombardkredit gewährt wird, richtet sich nach der allgemeinen kreditpolitischen Lage und nach den individuellen Verhältnissen des Kreditsuchenden. Die Bundesbank gewährt Lombardkredite grundsätzlich nur dann, wenn es sich um die Überbrückung eines vorübergehenden Liquiditätsbedürfnisses handelt und keine Bedenken gegen den Zweck der Kreditaufnahme bestehen. Der Lombardkredit soll, im Tagesdurchschnitt eines Monats gerechnet, etwa 20 % des Rediskontkontingents nicht überschreiten".[1] Diese quantitative Beschränkung wird ohne die Möglichkeit der zwischenzeitlichen Über- oder Unterschreitung des Kontingents im Modell durch die Beziehung

$$ \sum_{t=t_2}^{t_{31}} {}_{2}B^{t} \leq 0{,}2 \cdot WK $$

berücksichtigt.

---

1 Deutsche Bundesbank, Die währungspolitischen Institutionen und Instrumente in der Bundesrepublik Deutschland, a.a.O., S. 34.

V. Die Erfassung der Interdependenzen im Datenbereich

Um das Simulationsmodell der bankbetrieblichen Realität systemabbildend anpassen zu können, werden die Daten, von denen der Bankleiter keine sichere Kenntnis, sondern nur eine Glaubwürdigkeitsvorstellung besitzt, als stochastische Variable erfaßt. Die wichtigsten Zufallsvariablen sind die Zinssätze, die Kurse der Renten- und Dividendenwerte, die Nachfrage der Kunden nach Krediten und das Geldangebot.

Es ist weiterhin zu berücksichtigen, daß diese Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die einzelnen Variablen häufig voneinander abhängig sind, so daß zwischen den Variablen sowohl statische als auch dynamische Interdependenzen bestehen: Es handelt sich um statische Interdependenzen, wenn Abhängigkeiten nur zwischen den Variablen derselben Periode vorliegen; dynamische Interdependenzen sind gegeben, wenn stochastische Variable einer Periode durch Einflußgrößen eines anderen Zeitintervalls beeinflußt werden.[1]

Statische und dynamische Interdependenzen werden insbesondere bei der Analyse der Zinsstruktur deutlich. Wird z.B. der Diskontsatz einer Periode gemäß einer subjektiven Wahrscheinlichkeitsvorstellung erwartet und wird für diesen durch einen Zufallsprozeß eine Realisation festgelegt, dann kann bei der Simulation der Zinssätze im kurz- und mittelfristigen Kreditgeschäft dieser Periode die Realisation des Diskontsatzes

---

1 Mit dem Interdependenzproblem in Simulationsmodellen hat sich ausführlich Heider auseinandergesetzt; vgl. Heider, M., a.a.O., insbesondere S. 31-43.

nicht unberücksichtigt bleiben. Andernfalls würde die relativ starre Zinsstruktur des realen Systems im Modell nicht zutreffend abgebildet. So ist beispielsweise immer die Rangordnung Diskontsatz - Zinssatz für Wechseldiskontkredite - Kontokorrentzins einzuhalten. Es sind daher einmal die Abhängigkeiten zwischen den Zinssätzen einer Periode zu erfassen, die je nach Kredit- bzw. Anlageart verschieden stark ausgeprägt sind. Zum anderen zeigen sich auch im Zeitablauf in der Zinsstruktur Interdependenzen, die z.B. beim Spareckzins auftreten, da dieser Zins einer Änderung des Kapitalmarktzinses und des Diskontsatzes mit einer zeitlichen Verzögerung folgt. Abhängigkeiten können ferner zwischen der Kreditnachfrage im Aktivgeschäft bzw. dem Geldangebot im Passivgeschäft und den Zinssätzen bestehen, und zwar sowohl zwischen dem Volumen und dem Zins derselben Periode als auch dem erwarteten Zins in nachfolgenden Perioden.

Die Erfassung von Abhängigkeiten zwischen den Variablen erweist sich in Simulationsmodellen als problematisch.[1] Die Berücksichtigung wechselseitiger Interdependenzen zwischen den Einflußgrößen ist bisher nicht gelöst. Das Interdependenzproblem kann jedoch dann adäquat erfaßt werden, wenn zwischen den stochastischen Variablen nur einseitige Abhängigkeiten bestehen. Denn in diesen Fällen ermöglicht der Ansatz von bedingten Verteilungen die Berücksichtigung statischer und dynamischer Interdependenzen.[2]

---

1 Zu diesem Problem vgl. auch Mellwig, W., a.a.O., S. 176 ff.

2 In den folgenden Ausführungen wird ein Weg aufgezeigt, wie in bankbetrieblichen Simulationsstudien die Erscheinung der Interdependenz im Datenbereich erfaßt werden kann. Wenn damit auch angesichts der Vielzahl der Interdependenzen das Problem der Abhängigkeiten nicht vollständig gelöst ist, so werden dadurch wenigstens die bedeutendsten Abhängigkeiten berücksichtigt.

Wenn einseitig abhängige stochastische Variable vorliegen, dann ist im Simulationsprozeß so vorzugehen, daß zunächst mit der unabhängigen stochastischen Variablen Y begonnen und durch Zufallsauswahl ein Merkmalswert dieser Variablen y_r festgelegt wird. In einer zweiten Stufe ist aus der von dieser Ausprägung abhängigen Verteilung $f(x|y_r)$ eine Zufallsauswahl zu treffen und eine Realisation x_r der bedingten Variablen X zu bestimmen. In einem weiteren Schritt kann beispielsweise die Ausprägung z_r einer Variablen Z, die sowohl von X als auch von Y abhängig ist $f(z|x_r,y_r)$, festgelegt werden.

Da die Erfassung statischer und dynamischer Interdependenzen im Simulationsmodell grundsätzlich möglich ist, sofern zwischen den stochastischen Variablen einseitige Abhängigkeiten bestehen, ist zu untersuchen, ob zwischen den Zinssätzen, den Kursen der Wertpapiere und der Nachfrage nach Krediten sowie deren Angebot Abhängigkeiten dieser Art bestehen.

1. Die Interdependenzen in der Zinsstruktur

Die Soll- und Habenzinssätze der Banken wurden während der Geltung der Zinsverordnung mit jeder Diskontsatzänderung durch die Bundesbank in ihren Höchstsätzen neu fixiert, wobei die effektiven Sollzinsen sehr häufig und die effektiven Habenzinsen in der Regel mit den fixierten Höchstsätzen identisch waren. Seit der Zinsfreigabe im April 1967 werden die Bankzinsen zwar primär von den Marktverhältnissen determiniert. Eine genauere Analyse der Zinsstruktur zeigt jedoch, daß die Bundesbank mit ihrer Zinspolitik, die sowohl die Festsetzung des Diskont- und Lombardsatzes als auch die der Abgabe- und Rücknahmesätze von Geldmarktpapieren betrifft, weiterhin Leitzinsen auf den verschiedenen Geld- und Kreditmärkten setzt. Soweit die Liquiditätslage Einfluß

auf die Bankzinsen gewinnt, wird diese ebenfalls von der Bundesbank parallel zu ihrer Zinspolitik verändert.[1] Eine Variation der von der Bundesbank festgesetzten Zinsen beeinflußt daher nachhaltig das Zinsniveau, wenn auch die einzelnen Zinssätze nicht in gleichem Maße reagieren.

Die Spanne zwischen den einzelnen Bankzinsen und den von der Bundesbank festgesetzten Leitzinsen ist im Zeitablauf nicht konstant, sondern es wirken eine Reihe von Einflüssen, wie z.B. kreditpolitische Maßnahmen und Zinseinflüsse aus dem Ausland, auf die Bankzinsen ein. Einem vorgegebenen, konstanten Diskontniveau in alternativen Perioden sind folglich unterschiedliche Wahrscheinlichkeitsverteilungen etwa des Zinses für Kontokorrentkredite zuzuordnen.[2]

---

1 Nach den Erfahrungen der Bundesbank "... kann nicht die Rede davon sein, daß die Zinspolitik der Bundesbank mit dem Wegfall der Zinsbindung weniger stark auf das Zinsniveau durchschlage ... Voraussetzung dafür, daß der Diskont- und der Lombardsatz ihre Leitfunktionen behalten ist freilich, daß die Notenbankzinsen parallel zur Liquiditätspolitik verändert werden."; Deutsche Bundesbank, Geschäftsbericht 1970, S. 19.

2 Im Bereich der Bankzinsen sind nach Ansicht der Bundesbank vor allem zwei Gründe für eine unterschiedliche Entwicklung einzelner Zinssätze zu nennen. "Zum einen ist es mit dem Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen vereinbar, daß Verbände von Kreditinstituten Zinsempfehlungen für ihre Mitgliedsinstitute aussprechen. Größere Bedeutung haben solche Empfehlungen aber nur im Bereich der Spareinlagen erlangt. Hier zeigen die Kreditinstitute heute noch ein sehr gleichförmiges Verhalten hinsichtlich ihres Zinsangebotes, insbesondere für die Spareinlagen mit gesetzlicher Kündigungsfrist, auf die immer noch fast 60 % aller Spareinlagen entfallen. Zum anderen setzt die Bundesbank mit der Bestimmung des Diskontsatzes und Lombardsatzes und der Abgabe- und Rücknahmesätze für Geldmarktpapiere, also mit der Festsetzung der wichtigsten Refinanzierungskosten der Banken im Falle eines Zentralbankgeldbedarfs, wichtige Orientierungsdaten, die für einige Zinsarten mehr, für andere weniger bedeutsam sind"; o.V., Veränderungen der Zinsstruktur in der Bundesrepublik seit 1967, in: Monatsberichte der Deutschen Bundesbank, 23. Jg. (Oktober 1971), S. 36 f.

Die Analyse der Zinsentwicklung (vgl. Abb. 16) seit der Zinsfreigabe zeigt, daß der Diskontsatz unverändert als Leitzins für kurz- und mittelfristige Kundenkredite anzusehen ist. Dies ist einmal dadurch begründet, daß auch nach der Zinsfreigabe der Diskontsatz von den Banken in Verhandlungen über die Konditionen eher als Argument herangezogen wird als die Geldbeschaffungskosten im Passivgeschäft oder eine schwer greifbare Marktlage.[1] Denn die Erhöhung des von der Bundesbank autonom festgesetzten und den Banken für ihre Refinanzierung bei der Notenbank vorgegebenen Diskontsatzes bietet sich als präferenzerhaltende Begründung für eine Erhöhung der Sollzinsen an. Hinzu kommt, daß die Kreditinstitute ihre Sollzinsen in den Kreditverträgen vielfach unverändert an den Diskontsatz binden, mit der Folge, daß die Zinssätze für kurz- und mittelfristige Kredite Diskontsatzänderungen nahezu automatisch folgen.[2] Bei den einzelnen kurz- und mittelfristigen Kreditarten wirkt sich die Änderung des Diskontsatzes jedoch unterschiedlich aus. Während bei den Wechseldiskontkrediten eine Zinsänderung unmittelbar auf eine Diskontsatzvariation erfolgt, ist beim Zins für Kontokorrentkredite eine geringe zeitliche Verzögerung zu verzeichnen. Die Spanne zwischen den einzelnen Zinssätzen ist nicht determiniert, sondern unterliegt zeitlichen Schwankungen. Eine - wenn auch weniger stark ausgeprägte - Abhängigkeit ist schließlich zwischen dem Diskontsatz und den Zinssätzen für Termingelder festzustellen.

---

1 O.V., Veränderungen der Zinsstruktur in der Bundesrepublik seit 1967, a.a.O., S. 37.

2 Nur selten gelingt es den Kreditnehmern, sich Zinserhöhungen, wenn in den Kreditverträgen Änderungsklauseln enthalten sind, mit Erfolg zu widersetzen; vgl. Deutsche Bundesbank, Geschäftsbericht 1970, S. 59.

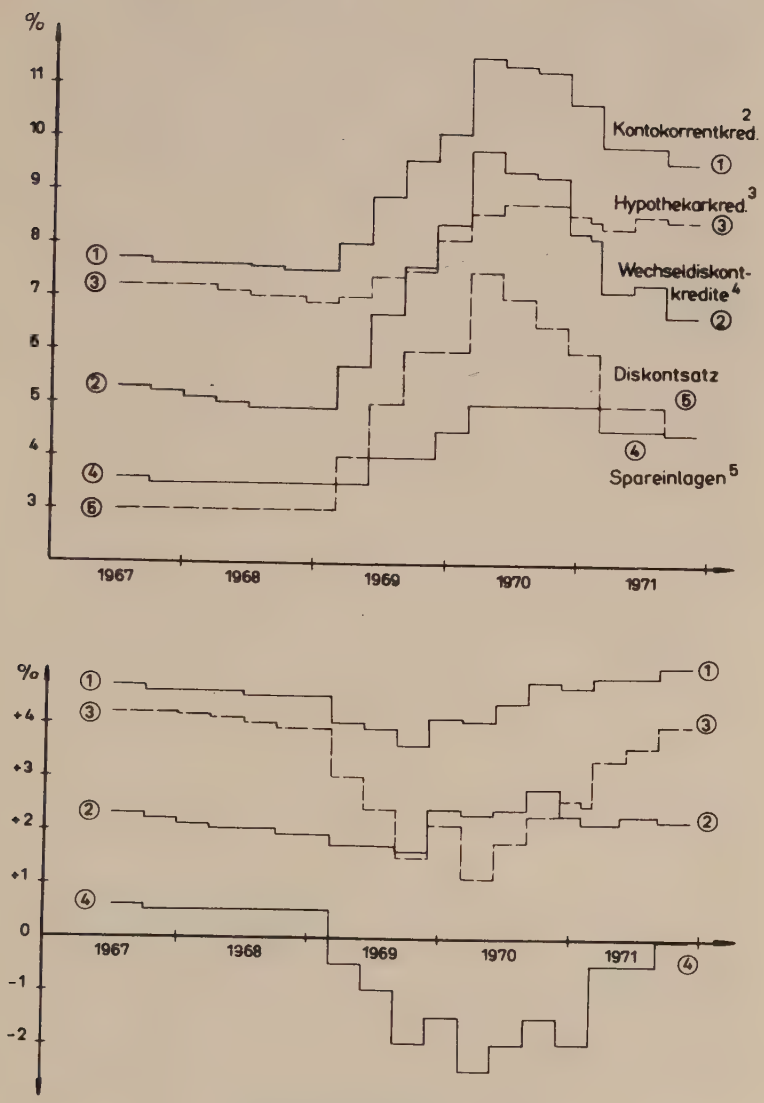

Abb. 76 : Die Zinsentwicklung seit Mitte 1967 und Spannen zum Diskontsatz[1]

[1] Durchschnittliche Zinssätze ; [2] Unter 1 Mio DM ; [3] Hypothekarkredite auf Wohnungsgrundstücke (Effektivverzinsung); [4] Bundesbankfähige Abschnitte in Höhe von 5000 bis unter 20000 DM; [5] Spareinlagen mit gesetzlicher Kündigungsfrist.

Quelle : Monatsberichte der Deutschen Bundesbank, 23. Jg. (Okt. 1971), S. 38; 24. Jg. (August 1972), S. 48.

Was die kurzfristigen Kredite betrifft - so hat für die Zinsgestaltung am Geldmarkt der von der Bundesbank festgesetzte Lombardsatz größte Bedeutung. Ist das Banksystem sehr liquide und werden deshalb Lombardkredite nur in geringem Umfang in Anspruch genommen, dann stellt der Lombardsatz die Obergrenze des Zinsatzes für Tagesgeld dar. Denn eine einzelne Bank, die einen Liquiditätsbedarf hat, ist in einer solchen Lage nicht bereit, am Geldmarkt höhere Zinsen als für die kurzfristige Lombardverschuldung bei der Bundesbank zu zahlen. Ist die Liquiditätslage im Bankensystem dagegen stark angespannt und haben die Kreditinstitute den Lombardkredit bereits in erheblichem Umfang in Anspruch genommen, dann kann der Zinssatz für Tagesgeld über den Lombardsatz ansteigen, da einigen Instituten mangels lombardfähiger Wertpapiere - oder weil ihre Lombardverschuldung bereits relativ hoch ist - eine weitere Kreditaufnahme bei der Bundesbank nicht möglich ist. In dieser Lage bildet der Lombardsatz die Untergrenze des Satzes für Tagesgeld, da ein Geldangebot am Geldmarkt voll von den Banken aufgenommen wird, die ihre Lombardverschuldung abdecken wollen.[1]

Auswirkungen auf das Zinsgefüge am Geldmarkt für längerfristige Geschäfte ergeben sich vor allem aus der Änderung der Abgabe- und Rücknahmesätze der Geldmarktpapiere durch die Bundesbank. Diese steuert mit den Offenmarktverkäufen von Geldmarkttiteln bzw. den Rückkäufen dieser Papiere das Angebot am Markt für Zentralbankgeld und löst damit entsprechende Wirkungen auf das Zinsniveau dieses Marktes aus. Die Festsetzung dieser Sätze kann von der Bundesbank nicht unabhängig vom Diskontsatz vorgenommen werden.

---

1 Vgl. Deutsche Bundesbank, Die währungspolitischen Institutionen und Instrumente in der BRD, o.O., o.J., S. 35.

Die Verzinsung von Hypothekarkrediten wird von mehreren Variablen beeinflußt, insbesondere aber vom Kapitalmarktzins und Spareinlageneckzins. Allerdings ist der Einfluß der Zinsentwicklung am Rentenmarkt stärker ausgeprägt als derjenige des Spareckzinses, obgleich sowohl Rentenwerte als auch Spareinlagen die Refinanzierungsbasis für Hypothekarkredite bilden.

Beim Spareckzins ist eine nur geringe Elastizität festzustellen.[1] Gerade bei diesem Zinssatz haben die Zinsempfehlungen der Verbände der Kreditinstitute besonderes Gewicht; als Preisführer gilt die Sparkassenorganisation, und zwar einmal aufgrund der traditionell starken Marktstellung in diesem Bereich und zum anderen wegen der Geschlossenheit dieser Bankengruppe, die eine einheitliche Zinspolitik verbürgt. Da die Sparkassenorganisation der Ansicht ist, "daß Zinsveränderungen auf den Märkten für kurzfristige Finanzierungsmittel, wie sie etwa durch Änderungen des Diskont- oder Lombardsatzes zum Ausdruck kommen, kein unmittelbarer Anlaß zur Veränderung auch des Spareinlageneckzinses sein können",[2] wird der Spareckzins möglichst lange konstant gehalten und dem geänderten Kapitalmarktzins- und Diskontniveau nur mit einer zeitlichen Verzögerung

---

1 Zu den Problemen, die sich insbesondere für die privaten Banken aus der geringen Elastizität der Habenzinsen nach unten ergeben, vgl. die ausführliche Diskussion bei Mülhaupt, L., Strukturwandlungen im westdeutschen Bankwesen, Wiesbaden 1971, S. 53 ff.

2 Deutscher Sparkassen- und Giroverband e.V., Jahresbericht 1968, S. 59.

angepaßt[1].

Der Nominalzins der Rentenwerte schließlich ist eng mit dem Kapitalmarktzins verbunden, da sich der Nominalzins nach der Umlaufsrendite von festverzinslichen Wertpapieren richtet. Dabei wird die Feinabstimmung der Rendite bei der Begebung der Wertpapiere in der Regel mit Hilfe des Disagios vorgenommen. Da der Kurs eines Rentenwertes in einer beliebigen Periode wiederum abhängig ist von seinem Nominalzins, der Restlaufzeit und dem Kapitalmarktzins in dieser Periode, wird der erwartete Kurs eines Rentenwertes nicht als exogenes Datum vorgegeben, sondern gemäß dieser Abhängigkeit im Modell "erzeugt".[2] Allerdings gilt diese Beziehung nicht für Rentenwerte mit kurzen Restlaufzeiten; hier sind die Renditen und damit auch die Kurse durch die Zinssätze für Geldmarktkredite mit entsprechenden Laufzeiten determiniert. Dagegen wird der Kurs der Aktienwerte im Modell als unabhängige Variable betrachtet und als exogene Größe eingegeben.

Die Analyse der Zinsstruktur führt somit zu dem Ergebnis, daß die einzelnen Zinssätze einseitig von Diskontsatz und Kapitalmarktzins abhängig sind; für diese Größen sind daher stochastisch bedingte Verteilungen anzusetzen. Es ist daher möglich, die zum Ausdruck kommenden Interdependenzen im Simulationsmodell zu erfassen: Diskontsatz und Kapitalmarktzins

---

1 Von einem Einwirken des Diskontsatzes auf den Kapitalmarktzins - über den Spareckzins - kann nicht ausgegangen werden; nur bis zur Zinsfreigabe konnten wegen der Koppelung zwischen Diskontsatz und Spareckzins indirekte Wirkungen auf die Zinsentwicklung am Kapitalmarkt ausgehen; vgl. Salomo, W., Geldangebot und Zentralbankpolitik, Tübingen 1971, S. 118.

2 Der Kurs ist gleich der Summe der mit dem Effektivzinsabgezinsten zukünftigen Zinszahlungen und des ebenfalls abgezinsten Nennwertes; vgl. hierzu auch Kath, D., Die verschiedenen Ansätze der Zinsstrukturtheorie, in: Kredit und Kapital, 5. Jg. (1972), S. 28 ff.

werden als unabhängige Variable betrachtet, deren Wahrscheinlichkeitsverteilungen für jede Periode exogen vorgegeben werden; für jede abhängige Variable wird eine bedingte Verteilung in Abhängigkeit von der Realisation der sie bestimmenden Einflußgrößen in das Modell eingegeben.

2. Die Interdependenzen zwischen Angebot, Nachfrage und Zinssätzen

Die Nachfrage nach Bankkrediten und das Geldangebot im Passivgeschäft der Bank sind stochastische Variable, bei denen ebenfalls das Problem der Interdependenz relevant wird. Dabei kann es sich auch hier um statische Abhängigkeiten handeln, indem die Nachfrage nach einer Kreditart bzw. deren Angebot in einer Periode vom Zinssatz dieser Kreditart während dieser Periode beeinflußt wird; dynamische Interdependenzen liegen vor, wenn Angebot und Nachfrage von den erwarteten Zinssätzen nachfolgender Perioden beeinflußt werden.

Die Annahme einer generell zinsabhängigen Nachfrage nach Bankkrediten erscheint fragwürdig.[1] Die Zinselastizität der Nachfrage nach Bankkrediten wird im Anschluß an Aust[2] bestimmt durch

- die für die Nachfrager gegebene Markttransparenz
- die Möglichkeit der Substitution von Bankkredit durch andere Finanzierungsmittel und
- das Gewicht der Zinskosten im Gesamtbudget bzw. der Gesamterfolgsrechnung der Nachfrager.

---

1 Zu den Ergebnissen einer theoretischen und empirischen Untersuchung vgl. Neubauer, W., Strategien, Techniken und Wirkungen der Geld- und Kreditpolitik, Göttingen 1972, insbes. S. 265 ff.

2 Vgl. Aust, E., Der Wettbewerb in der Bankwirtschaft, Frankfurt a.M. 1962, S. 75 ff.

Die Markttransparenz sowohl der Nachfrager nach Konsumentenkrediten als auch der kleinen und mittleren Wirtschaftsunternehmungen, die den überwiegenden Teil der Kreditnehmer der Wirtschaft bilden, muß als relativ gering angesehen werden. Für beide Kundengruppen gilt ferner, daß sie über keine oder nur geringe Substitutionsmöglichkeiten verfügen; allein bei Großkunden kann hohe Markttransparenz und ein Ausweichen auf Finanzquellen außerhalb des nationalen Bankensystems angenommen werden. Ausschlaggebende Bedeutung für die Zinselastizität der gesamten Kreditnachfrage kommt jedoch den Kreditkosten im Budget der privaten Haushalte und in der Erfolgsrechnung der Wirtschaft zu. Der private Haushalt kennt häufig die effektive Zinsbelastung durch eine Kreditaufnahme gar nicht, so daß wegen des geringen Zinsbewußtseins die Nachfrage nach Konsumentenkrediten als zinsunempfindlich zu betrachten ist. Im Bereich der Wirtschaftskredite ist bei den kurzfristigen Krediten die Belastung durch Zinskosten im Vergleich zu den anderen Erfolgskomponenten relativ gering; mit zunehmender Kreditdauer gewinnen die Zinskosten jedoch verstärkt an Gewicht.[1] "Herrschende Ansicht ist, daß die Kosten des Bankkredits in der Erfolgsrechnung des Unternehmers im allgemeinen eine relativ geringe Rolle spielen, ausgenommen ... die sehr langfristigen Investitionen wie etwa der Wohnungsbau. So reagiert die Nachfrage nach Bankkredit für produktive Zwecke verhältnismäßig unelastisch auf Zinsvariationen."[2]

---

1 Vgl. dazu auch Mülhaupt, L., Wettbewerb und Strukturwandel in der Kreditwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung des langfristigen Kreditgeschäfts, in: Der langfristige Kredit, 20. Jg. (1969), S. 651 ff., insbes. S. 657.

2 Aust, E., a.a.O., S. 81

Aus den dargelegten Gründen wird auch der Diskontpolitik der Bundesbank kein direkter Einfluß auf das Ausmaß der Kreditnachfrage zugeschrieben. Zwar führt eine Änderung des Diskontsatzees zu einer Erhöhung oder Senkung der Sollzinsen; von einer zinsbedingten Reaktion der Kreditnachfrage der Nichtbanken kann jedoch nicht ausgegangen werden. Den Diskontsatzänderungen der Bundesbank wird daher eher eine Signalwirkung zugeschrieben; die Variation des Diskontniveaus wird von der Wirtschaft als ein Indiz für die Entwicklung der Wirtschafts- und Währungspolitik in der näheren Zukunft aufgefaßt.[1]

Bei der Nachfrage nach Wechseldiskont- und Kontokorrentkrediten ist daher von zinsunabhängigen stochastischen Variablen auszugehen, deren Wahrscheinlichkeitsverteilung zu alternativen Zeitpunkten jedoch eine unterschiedliche Form aufweisen wird. Bei den Hypothekarkrediten dagegen ist die Nachfrage in einer Periode als zinselastisch zu betrachten und zwar sowohl in bezug auf den Zins derselben Periode als auch auf die erwarteten Zinssätze nachfolgender Perioden. Denn gerade im Hypothekarkreditgeschäft wird aufgrund der Zinserwartungen die Kreditnachfrage seitens der Bankkunden zeitlich vorgezogen oder hinausgezögert.

Die Angebotselastizität der Nichtbank-Kunden, die wiederum durch die Markttransparenz, die Zahl und Form der Anlagealternativen und das Gewicht der Zinserlöse determiniert wird, ist aus den Gründen, die hinsichtlich der Nachfrageelastizität gelten, ebenfalls überwiegend zinsunabhängig. Im Bereich der Sicht- und Spareinlagen ist daher von einem in bezug auf den Zins starren Angebot auszugehen, Eine Ausnahme bilden allein die Termineinlagen, weil es sich hier um hohe Einzelbeträge handelt, eine ausgeprägte Konkurrenz insbesondere zur Wertpapieranlage besteht und zudem der zur Disposition stehende Betrag über einen längeren Zeitraum festgelegt wird.

---

1 Vgl. Salomo, W., a.a.O., S. 118 ff.

Zinselastizität ist auch bei der Nachfrage von Kreditinstituten nach Geldmarktkrediten im aktiven Kreditgeschäft der Bank sowie beim Angebot von Geldmarktkrediten seitens der Banken im passiven Geschäft gegeben. Dabei beschränkt sich die Zinsabhängigkeit nicht allein auf den Geldmarktzins der Periode selbst, sondern hängt auch von den erwarteten Geldmarktsätzen nachfolgender Perioden ab. Bei Tagesgeld ist ferner die Interdependenz zwischen den angebotenen und nachgefragten Volumina und dem herrschenden und erwarteten Lombardsatz zu berücksichtigen; bei Monatsgeldern ist die Abhängigkeit des Angebots und der Nachfrage zu den Abgabe- und Rücknahmesätze von Geldmarktpapieren derselben Periode und späterer Zeitabschnitte zu erfassen.

Für die autonome Nachfrage nach Krediten und das unabhängige Geldangebot sind somit Wahrscheinlichkeitsverteilungen in das Modell einzugeben, wobei die Realisationen unabhängig von den durch den Zufallsprozeß ausgewählten Zinssätzen erfolgen. Bei der zinsinduzierten Nachfrage handelt es sich allgemein um die bedingten Verteilungen ${}_{i}f_{t}\ (NA|\ {}_{i}z_{r}^{t}\ ,\ {}_{i}z_{r}^{t+1},\ldots,{}_{i}z_{r}^{t+v})$ bzw. ${}^{j}f_{t}\ (AN|\ {}^{j}z_{r}^{t},{}^{j}z_{r}^{t+1},\ldots,{}^{j}z_{t}^{t+w})$ beim zinsabhängigen Angebot. Im Simulationsprozeß sind daher zunächst die Realisationen der unabhängigen Zinssätze (Diskontsatz und Kapitalmarktzins) für die einzelnen Perioden vorzunehmen, danach werden anhand der bedingten Verteilungen die Realisationen der abhängigen Zinssätze bestimmt. Im Anschluß daran sind die Merkmalswerte des Angebots und der Nachfrage entweder unabhängig oder in Abhängigkeit von den Realisationen der Zinssätze festzulegen.

VI. Die Auswahl und Bewertung von Strategien

1. Die Datenauswahl bei einer vorgegebenen Strategie

Die Daten des Simulationsmodells können sowohl deterministischer als auch stochastischer Natur sein. Liegen für einzelne Daten des Modells keine deterministischen Werte vor, sondern werden die Ausprägungen eines Datums innerhalb eines Streubereichs erwartet, dann sind aus der Vielzahl der möglichen Realisationen eines mit Unsicherheit behafteten Datums diejenigen Werte festzulegen, mit denen die Berechnungen am Simulationsmodell erfolgen sollen, um die Auswirkungen eines vorgegebenen Handlungsprogramms zu ermitteln. Da für die mit Unsicherheit behafteten Variablen Wahrscheinlichkeitsverteilungen angenommen werden, sind die Merkmalswerte der stochastischen Variablen so zu bestimmen, daß die ausgewählten Werte in ihrer Zusammensetzung die zugrunde liegende Wahrscheinlichkeitsverteilung nachbilden.

Um ein Ereignis zu simulieren, dessen Merkmalswerte einer vorgegebenen statistischen Verteilung unterliegen, werden Zufallszahlen zur Stichprobenauswahl verwendet, wobei jede Zufallszahl einem Merkmalswert zugeordnet ist. Da die zur Auswahl von Funktionswerten dienenden Zufallszahlen bei der Verwendung von Computern nicht in das Programm eingelesen, sondern während der Simulationsläufe nach einem Bildungsgesetz erzeugt werden - ihre Eingabe dauert meist länger als ihre Erzeugung im Programm -, handelt es sich nicht um "echte" Zufallszahlen, sondern vielmehr um "Pseudo"-Zufallszahlen.[1] Die zur Erzeugung von Zufallszahlen mit vorgegebener statistischer Verteilung

---

1 Vgl. Koxholt, R., Die Simulation, München - Wien 1967, S. 42; Hammersley, J.M./Handscomb, D.C., Monte Carlo Methods, London - New York 1964, S. 27 und S. 37, die auf die bei der Simulation gelegentlich verwendeten Quasi-Zufallszahlen hinweisen, die bestimmten statistischen Kriterien nicht zu genügen brauchen.

für die Simulation von Zufallsprozessen entwickelten Verfahren werden unter dem Begriff der Monte-Carlo-Methoden zusammengefaßt.

Bei der Auswahl eines Bildungsgesetzes aus der Vielzahl der Verfahren sind die folgenden Kriterien zu berücksichtigen[1]:

- Die Zufallszahlen müssen der gewünschten Verteilung entsprechen.
- Die Zufallszahlen müssen scheinbar untereinander statistisch unabhängig sein (durch die Bildungsgesetze ergibt sich in Wahrheit jedoch eine vollkommene Abhängigkeit).
- Die Zufallszahlen sollen zur Wiederholung des Simulationsexperimentes reproduzierbar sein.
- Die Zahlenfolge endet in eine Periode, nach der sich die Zahlen in gleicher Reihenfolge wiederholen; die Periodenlänge soll stets größer sein als die Länge der benötigten Zahlenfolge.
- Die Gewinnung von Zufallszahlen muß schnell und mit geringem Speicherbedarf möglich sein.

Das zeitlich als erstes bekannte und sehr einfache Verfahren zur Erzeugung von Zufallszahlen[2] ist die auf von Neumann zurückgehende mid-square Methode.[3] Nach diesem Bildungsgesetz wird eine beliebige Aus-

---

1 Zu den statistischen Verfahren, die zur Überprüfung von Pseudo-Zufallszahlen angewandt werden, vgl. insbes. Naylor, T.H./Balintfy, J.L./Burdick, D.S./Chu, K., a.a.O., S. 57 ff.; Taussky, O./Todd, J., Generation and Testing of Pseudo-Random Numbers, in: Symposium on Monte Carlo Methods, Hrsg. H.A. Meyer, New York - London 1956, S. 15 ff.; Koxholt, R., a.a.O., S. 45; Mertens, P., a.a.O., S. 18 f.

2 Zufallszahlen, die einer Gleich- oder Rechteckverteilung entsprechen und im Intervall zwischen 0 und 1 definiert sind, lassen sich in beliebig verteilte Zufallszahlen transformieren, die ihrerseits zur Simulation entsprechender Wahrscheinlichkeitsverteilungen dienen; daher wird auf die Methoden zur Erzeugung (0, 1) - rechteckverteilter Zufallszahlen eingegangen, wobei aus der Vielzahl der Verfahren zwei kurz dargestellt werden.

3 Vgl. Koxholt, R., a.a.O., S. 45.

gangszahl z_o mit mindestens vier Stellen zu z_o^2 quadriert, so daß man im allgemeinen eine achtstellige Zahl erhält; ist die Stellenzahl geringer, so werden an z_o^2 führende Nullen hinzugefügt. Die beiden ersten und letzten Stellen werden abgeschnitten und man erhält wieder eine vierstellige Zahl z_1, mit der z_1^2 gebildet wird, anschließend wird z_2 ermittelt usw. Geht man z. B. von $z_o = 7529$ aus, dann ergibt sich die nachstehende Zufallszahlenfolge:

i	z_i	z_i^2
0	7529	56685841
1	6858	47032164
2	0321	00103041
.	.	.
.	.	.
.	.	.
8	6900	47610000
9	6100	37210000
10	2100	04410000
.	.	.
.	.	.
.	.	.

Diese Übersicht zeigt, daß die Zahlenfolge bereits nach einer geringen Anzahl von Schritten in einer periodischen Folge endet und daher die nutzbare Zahlenfolge aufgrund der genannten Anforderungen im Regelfall zu klein ist.

Das gebräuchlichste Verfahren ist die Kongruenzmethode.[1] Diese basiert auf der grundlegenden rekursiven Beziehung

$$z_{i+1} \equiv az_i + c \pmod{m}$$

mit z_i, z_{i+1}, a, c, m ganze Zahlen ≥ 0 . Zwei ganze

1 Vgl. Meier, R.C./Newell, W.T./Pazer, H.L., a.a.O., S. 257 und Naylor, T.H./Balintfy, J.L./Burdick, D.S./Chu, K., a.a.O., S. 47 ff.

Zahlen a, b heißen kongruent mod (ulo) m, wenn sich bei ihrer Division durch (m) der gleiche Rest ergibt; z. B. $459 = 59 \pmod{10^2}$. Dabei wird im allgemeinen von dem Spezialfall c = 1, der multiplikativen Kongruenzrelation

$$z_{i+1} \equiv a\, z_i \pmod{m}$$

ausgegangen, da dieses Verfahren die an eine Zufallszahlenfolge gestellten Anforderungen gut erfüllt. Statistische Testverfahren zeigen, daß die nach diesem Bildungsgesetz erzeugten Zufallszahlen einer Gleichverteilung entsprechen und keine Korrelation besteht; ferner gewährleistet die geeignete Wahl der Parameter eine genügend lange Periodenlänge; auch die maschinelle Rechenzeit wird gegenüber anderen Verfahren erheblich verkürzt. Nimmt man z. B. für a und m, wobei $m = p^d$ und d die gewünschte Stellenzahl der Zufallszahlen ist, die Werte

$$a = 91,\ p = 10,\ d = 4 \text{ und für } z_o = 5379$$

an, dann ergibt sich die nachstehende Zahlenfolge, die sich erst nach 500 Schritten wiederholt[1]:

i	z_i
o	5379
1	9489
2	3499
3	8409
4	5219
.	.
.	.
.	.

1 Vgl. Naylor, T.H./Balintfy, J.L./Burdick, D.S./Chu, K., a.a.O., S. 54.

Die Anwendung (0,1) - rechteckverteilter Zufallszahlen auf beliebig verteilte Wahrscheinlichkeitsverteilungen erfolgt bei diskreten Funktionen auf dem Wege, daß den Stufen der Verteilungsfunktion Zufallszahlenintervalle zugeordnet werden:

x	f(x)	F(x)	Zufallszahlenintervall
1	0,20	0,20	$0,00 < Z \leq 0,19$
5	0,30	0,50	$0,20 < Z \leq 0,49$
7	0,40	0,90	$0,50 < Z \leq 0,89$
9	0,10	1,00	$0,90 < Z \leq 0,99$

Die Überführung (0,1)- gleichverteilter Zufallszahlen in Funktionswerte einer vorgegebenen, beliebigen diskreten Wahrscheinlichkeitsverteilung wird in Abb. 17 dargestellt.[1]

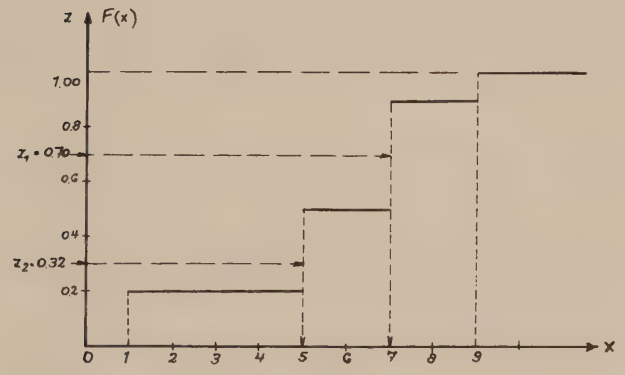

Abb. 17 : Transformation von Zufallszahlen bei diskreter Wahrscheinlichkeitsverteilung

1 Vgl. Koxholt, R., a.a.O., S. 43.

Bei einer stetig verteilten Zufallsgröße X mit der Dichtefunktion f (x) und der Verteilungsfunktion

$$F(x) = w\ (X \leq x) = \int_{-\infty}^{x} f(x)\ dx$$

lassen sich die gewünschten Funktionswerte x_i der beliebigen Verteilung f (x) aus (0,1)- rechteckverteilten Zufallszahlen nach der folgenden Transformationsgleichung bestimmen[1]:

$$W(X \leq x) = F(x) = w\left[z \leq F(x)\right] = w\left[F^{-1}(z) \leq x\right]$$

Diese Transformation besagt, daß jedem Funktionswert z der Gleichverteilung derjenige Funktionswert x der beliebigen Verteilung zuzuordnen ist, für den z = F (x) ist. Rechnerisch ist so vorzugehen, daß aus der Dichtefunktion f (x) zunächst die Verteilungsfunktion F (x) zu bilden ist; dann ist z = F (x) zu setzen und die inverse Funktion F^{-1} (z) zu ermitteln; die gesuchten Funktionswerte x ergeben sich dann durch die Beziehung x = F^{-1} (z) für alternative (0,1)-rechteckverteilte Zufallszahlen. Abb. 18 verdeutlicht das Verfahren der Zuordnung.[2]

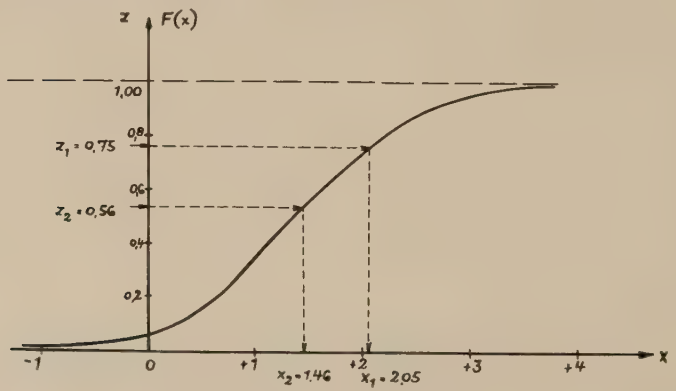

Abb. 18 Transformation von Zufallszahlen bei stetiger Wahrscheinlichkeitsverteilung

1 Vgl. Naylor, T.H./Balintfy, J.L./Burdick, D.S./Chu, K., a.a.O., S. 71.

2 Vgl. Koxholt, R., a.a.O., S. 43.

Die mit Hilfe der inversen Verteilungsfunktion rechnerisch durchgeführte Transformation ist nicht bei allen Funktionstypen möglich, da sich die inverse Funktion $F^{-1}(z)$ nicht immer bilden läßt. In diesen Fällen werden einmal Methoden zur Erzeugung von Zufallszahlen mit speziellen Verteilungen angewendet, die nicht durch die Transformation mit Hilfe der Verteilungsfunktion gewonnen werden können oder es werden andere Zuordnungsmethoden als das Transformationsverfahren gewählt.[1]

Wird eine Datenauswahl nach der Monto-Carlo-Methode vorgenommen, indem man für jede Zufallsvariable zunächst einen möglichen Wert ermittelt, diese - einschließlich der bereits vorliegenden Werte der deterministischen Daten - den Modellberechnungen zugrunde legt und führt man diesen Prozeß für eine vorher festgelegte Strategie n-mal hintereinander durch, dann ergeben sich für jede output-Größe bei dieser Strategie n-Realisationen. Werden die Ergebnisse durch eine Klassifikation aufbereitet, dann läßt sich für die einzelnen output-Größen eine Häufigkeitsverteilung aufstellen.[2] Die durch die Simulation für eine output-

---

1 Vgl. Meier, R.C./Newell, W.T./Pazer, H.L., a.a.O., S. 261 ff.; Naylor, T.H./Balintfy, J.L./Burdick, D.S./Chu, K., a.a.O., S. 73 ff.

2 Ermittelt man für die stochastischen Variablen durch Stichprobenauswahl einzelne Funktionswerte, mit denen die Modellrechnungen erfolgen, dann sind die relativen Häufigkeiten, Mittelwerte und Varianzen, die man als Ergebnisse der Monte-Carlo-Rechnung erhält, nur Schätzwerte für die entsprechenden Parameter des zugrunde liegenden Systems. Handelt es sich um voneinander unabhängige Beobachtungen, dann kann auf die ausgebaute Stichprobentheorie der mathematischen Statistik zurückgegriffen werden, um zu analysieren, in welchem Umfang die wahren Werte des Systems von den ermittelten Schätzwerten abweichen. Zur Anwendung der klassischen Stichprobentheorie im Rahmen der Simulation vgl. insbes. Bauknecht, K., Nef, W., Digitale Simulation, Berlin - Heidelberg - New York 1971, S. 25 ff.; Shreider, Y.A., Method of Statistical Testing-Monte-Carlo-Method, Amsterdam - London - New York 1964, S. 7 ff. Die geeignete Analyse der Simulationsergebnisse bei voneinander abhängigen Daten ist jedoch noch nicht abschließend geklärt. Einige Autoren negieren das Problem der Autokorrelation, von

Größe gewonnene Häufigkeitsverteilung spiegelt die Unsicherheit über die effektive Realisation dieser endogenen Variablen bei der gewählten Strategie wider, so daß die durch Simulation erzeugten Verteilungen als Unsicherheits- bzw. Risikoprofile anzusehen sind.[1]

Da in dem vorliegenden mehrperiodischen Modell die output-Größen in alternativen Perioden des Planungszeitraums ermittelt werden, ergibt sich für eine einzelne endogene Variable im Zeitablauf eine Abfolge von Häufigkeitsverteilungen. Die Konsequenzen einer gegebenen Strategie unter Berücksichtigung der stochastischen Datensituation lassen sich damit im Hinblick auf den Gewinn und andere output-Größen wie in Abb. 19 aufzeigen.[2]

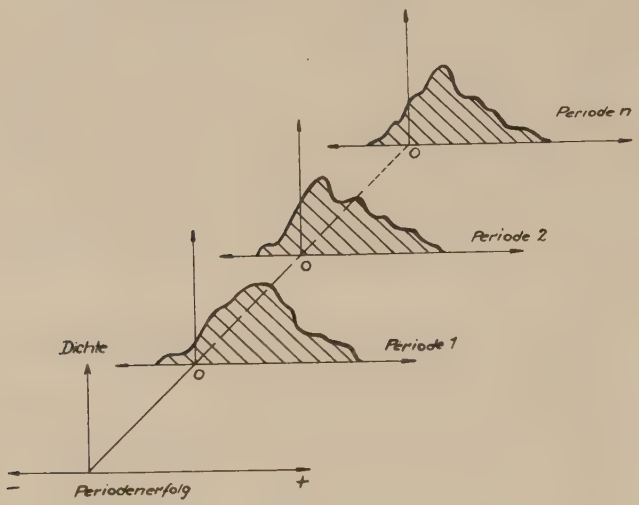

Abb. 19: Die Ergebnisverteilung einer Strategie

---

anderen wird die Spektralanalyse zur Interpretation der durch Simulation erzeugten Zeitreihen vorgeschlagen; vgl. dazu im einzelnen Fishman, G.S./Kiviat, P.J., The Analysis of Simulation-Generated Time Series, in: MS, Vol. 13 (1967), S. 525 ff.; Naylor, T.H./Balintfy, J.L./Burdick, D.S./Chu, K., a.a.O., S. 331 f.

1 Zu diesem Begriff vgl. Hertz, D.B., Investment Policies that Pay Off, in: Havard Business Review, Vol. 46 (1968), S. 96 ff.

2 Zu dieser Art der Darstellung vgl. Wurl, H.-J., Betriebswirtschaftliche Projektanalysen durch Simulation, in: ZfbF, 24. Jg. (1972), S. 367.

2. Die Verfahren der Strategienauswahl

Weitaus komplexer als die Datenauswahl ist das Problem der Festlegung von Handlungsalternativen, mit denen alternative Berechnungen am Simulationsmodell durchgeführt werden sollen. Zur Auswahl der zu berechnenden Einzelfälle lassen sich grundsätzlich kombinatorische, statistische und heuristische Simulationsverfahren anwenden.[1]

Bei der kombinatorischen Simulation werden entweder die Konsequenzen aller möglichen Kombinationen der einzelnen Handlungsalternativen berechnet (vollkombinatorische Simulation) oder es wird durch a priori Überlegungen ein Teil der Kombinationsmöglichkeiten ausgeschaltet, indem z. B. der Wertebereich der Handlungsalternativen eingegrenzt wird, wobei alle dann verbleibenden Kombinationen getestet werden (partiell kombinatorische Simulation). Angesichts der Vielzahl der Handlungsalternativen scheidet diese Vorgehensweise im vorliegenden Modell aus. Auch die Auswahlverfahren der statistischen Simulation können aus rechentechnischen Gründen keine Anwendung finden.[2]

Als Verfahren der Strategienauswahl verbleibt damit die heuristische Simulation, bei der mit Hilfe der menschlichen Urteilsfähigkeit die zu simulierenden Einzelfälle herausgegriffen werden. Unter der heuristischen Methode werden solche Verfahren zusammengefaßt, die im Durchschnitt die Suche nach geeigneten Lösungen abkürzen. So wird das Wesen heuristischer Entscheidungsmethoden von Feigenbaum und Feldman definiert als: "A heuristic (heuristic rule, heuristic

---

1 Vgl. Hesselbach,J./Eisgruber,L.M.,a.a.O., S. 21 ff.

2 Vgl. zu diesem Problemkreis im einzelnen Steinbuch, K.,Systemanalyse - Versuch einer Abgrenzung, Methoden und Beispiele, in: IBM-Nachrichten, 17. Jg. (1967), S. 446 ff.; Wilde, D.J., Optimum Seek Methods, Englewood Cliffs, N.J. 1964; Brooks, S.H., A Discussion of Random Methods for Seeking Maxima, in: Operations Research, Vol. 6 (1958), S. 244 ff.; Mertens, P., a.a.O., S. 25 ff.

method) is a rule of thumb, strategy, trick, simplification, or any other kind of device which drastically limits search for solutions in large problems spaces. Heuristics do not guarantee optimal solutions; in fact, they do not guarantee any solution at all; all that it offers solutions which are good enough most of the time".[1]

In vergleichbarer Weise definieren Newell, Shaw und Simon die heuristischen Verfahren: "We use the term heuristic to denote any principle or device that contributes to the reduction in the average search to solution".[2]

Im Rahmen der heuristischen Simulation ist zwischen den informalen und formalen heuristischen Verfahren zu unterscheiden. Die ersten liegen vor, wenn der Entscheidungsträger selbst "aufgrund seiner Erfahrung, seines Wissens über die Zusammenhänge einige bestimmte Einzelfälle berechnet und daraus wiederum lernt und gezielte Veränderungen der unabhängigen Variablen durchführt, um das Ergebnis weiter zu verbessern, wobei es offensichtlich ist, daß sehr leicht die verschiedensten auch nicht eindeutig quantifizierbaren Kriterien Berücksichtigung finden können".[3] Zweckmäßiger sind allerdings solche Auswahlverfahren, die sich programmieren und in das Simulationsmodell einbauen lassen. Als formale (programmierte) heuristische Simulation wird der Fall bezeichnet, daß ein bestimm-

---

1 Feigenbaum, E.A./Feldman, J. (Hrsg.), Computers and Thought, A collection of Articles, New Nork - San Francisco etc. 1963, S. 6.

2 Newell, A./Shaw, J.C./Simon, H.A., The Process of Creative Thinking, in: Contemporary Approaches to Creative Thinking, Hrsg. H.E. Gruber, G. Tevell, M. Wertheimer, 4. Aufl., New York 1967, S. 78.

3 Hesselbach, J./Eisgruber, L.M., a.a.O., S. 26 f.

tes Schema des Vorgehens vorgeschlagen wird, "um zu alternativen Kombinationen der unabhängigen Variablen zu kommen, das aber mit keiner der bisher behandelten Arten der Simulation (kombinatorische und statistische Simulation) identisch ist, dem vielmehr das "lernende Suchen" noch als Charakteristikum anhaftet".[1]

Das grundlegende Prinzip der formalen heuristischen Problemlösungsprogramme, das auch dem bedeutendsten Programm, dem General Problem Solver (GPS) zugrunde liegt[2], besteht darin, das komplexe Hauptproblem zunächst in mehrere, einfachere Unterprobleme zu zerlegen, ein Vorgang, den Klein[3] als "Faktorisation komplexer Informationsverarbeitungsprozesse durch Unterzielreduktion" bezeichnet hat. Indem der Entscheidungsträger versucht, die bestehende Abweichung zwischen dem Ist-Zustand und dem gewünschten Endzustand durch Bildung von Subproblemen in eine Vielzahl kleiner Abweichungen aufzulösen, die leichter zu überwinden sind, kann durch schrittweise Lösung der Subprobleme das endgültige Ziel, die Lösung des Gesamtprogramms, erreicht werden.[4] Allerdings ist dieses Verfahren nur dann mit Erfolg anwendbar, wenn das komplexe Problem in voneinander unabhängige Subprobleme zerlegt werden kann.[5] Bei dem hier vorliegenden Problem der mehrperiodischen Anlage- und Refinanzierungspolitik einer Bank besteht jedoch angesichts der zwischen den Variablen existierenden Vielzahl von Interdependenzen keine Möglichkeit, das komplexe Entscheidungsproblem in Unterprobleme aufzulösen, die - voneinander unabhängig - nacheinander zu lösen sind.

---

1 Hesselbach, J./Eisgruber, L.M., a.a.O., S. 27.

2 Zur Entwicklung und Struktur der Problemlösungsprogramme vgl. die Übersicht bei Kirsch, W., Entscheidungsprozesse, Bd. II: Informationsverarbeitungstheorie des Entscheidungsverhaltens, Wiesbaden 1971, S. 64 ff. und S. 169 ff.; Klein, H.K., Heuristische Entscheidungsmodelle - Neue Techniken des Programmierens und Entscheidens für das Management, a.a.O., S. 102 ff.

3 Klein, H.K., Heuristische Entscheidungsmodelle, Diss. München 1968, S. 89.

4 Vgl. Kirsch, W., Entscheidungsprozesse, Bd. II, a.a.O., S. 184 ff.

5 Vgl. Newell, A./Shaw, J.C./Simon, H.A., Report on a General Problem-Solving-Program, in: Readings in Mathematical Psychologie, Vol. II, Hrsg. R.D. Luce, R.R. Bush, E. Galanter, New York 1963, S. 41 ff.; Waldmann, J., a.a.O., S. 235 ff.

3. Das Problem der Strategienbewertung als Grundlage der Entscheidung

Für das vorgegebene Problem existiert damit kein Verfahren, dessen Anwendung bei der Strategieauswahl automatisch zu einem befriedigenden Ergebnis führt, so daß für die Strategiensuche nur ein individuelles Lösungsverfahren zur Anwendung kommen kann. "Der Praktiker ist im Bedarfsfalle immer gezwungen, selbst ein dem Problem und der Aufgabenstellung angepaßtes Verfahren zu erarbeiten".[1] Im folgenden sollen daher die Gesichtspunkte herausgearbeitet werden, die bei der Strategienauswahl und Strategienbewertung in einem konkreten Fall angesichts der vorliegenden Modellstruktur zu berücksichtigen wären.

Ausgangspunkt für die Wahl der über den gesamten Planungszeitraum alternativ zu testenden Anlage- und Refinanzierungsentscheidungen ist das aus den fixen Zahlungsströmen resultierende, für die einzelnen Perioden erwartete positive oder negative Mittelaufkommen. Fixe Zuflüsse an Zahlungsmitteln ergeben sich einmal aus dem nicht disponiblen Geschäft, wie etwa aus der Minderbeanspruchung von Kontokorrentlinien. Zum anderen beruhen nicht beeinflußbare Zahlungsströme für diese Periode auf Anlage- und Refinanzierungsentscheidungen vorgelagerter Perioden, indem z. B. Tilgungsrückflüsse im Kredit- und Wertpapiergeschäft eintreffen.

Aufgrund des stochastischen Charakters einzelner Komponenten des Mittelaufkommens ergibt sich für jede betrachtete Teilperiode eine Häufigkeitsverteilung für den Bruttoüberschuß, d. h. für das Zahlungsmittelaufkommen aus fixen Zu- und Abflüssen. Die Analyse der periodischen Häufigkeitsverteilungen des Bruttoüber-

---

1 Koxholt, R., a.a.O., S. 23.

schusses liefert die erste Eingrenzung der Menge der möglichen Handlungsalternativen. Indem sich für die einzelnen Perioden aus den fixen Zahlungsströmen, die in der Bankpraxis den weitaus größten Teil des Volumens der Mittelzu- und -abflüsse ausmachen, ein struktureller Liquiditätsüberschuß bzw. -bedarf einstellt, zeigt sich für die einzelnen Zeitabschnitte des Planungszeitraumes dementsprechend tendenziell die Notwendigkeit von Anlage- oder Refinanzierungsmaßnahmen.

Die Vielzahl der zu testenden Handlungsmöglichkeiten läßt sich ferner dadurch einschränken, daß im Bereich der Anlagemaßnahmen von Seiten der Bankleitung eine Priorität für einzelne Alternativen besteht. Denn die Bank ist aus Gründen ihres Standings in aller Regel gezwungen, die Kreditnachfrage ihrer Kunden zu erfüllen, es sei denn, daß ihre Anforderungen an die Kreditsicherheit nicht befriedigt oder der Bank Sonderkonditionen abverlangt werden. Damit stellt nur ein Teil der Anlagealternativen im Kreditgeschäft "echte" Handlungsmöglichkeiten dar; nur diese - im Verhältnis zum gesamten Kreditgeschäft unbedeutende Anzahl - Kreditgewährungsmöglichkeiten stehen damit der Bankleitung zur Disposition frei und sind als konkurrierende Alternativen zu den sonstigen Aktionsmöglichkeiten zu betrachten.

Es verbleiben daher im wesentlichen die Anlagealternativen im Bereich der Sekundärliquidität sowie der Wertpapieranlage und die Refinanzierungsmaßnahmen durch Verkauf sekundärliquider Aktiva und Wertpapiere sowie durch Kreditaufnahme im Passivgeschäft. Die Struktur der Sekundärliquidität einschließlich des Bestandes an Rentenwerten - und damit auch die Art der Entscheidungen in diesem Bereich - wird durch

ihre Zwecksetzung determiniert: da die sekundärliquiden Aktiva dem Bereich zwischen der Barreserve und dem Kundenkreditgeschäft zugeordnet sind, haben sie einmal die Aufgabe, die Zahlungsfähigkeit der Bank abzusichern, indem die Bankleitung auf diese jederzeit monetisierbaren Aktiva zurückgreifen kann, zum anderen leisten sie einen Beitrag zur Gewinnerzielung, da sie - dies gilt vor allem für die Rentenwerte - ertragbringend sind und das lukrative Debitorengeschäft von Liquiditätsengpässen weitgehend abschirmen. Die Sekundärliquidität gewährt der Bank damit eine gewisse Flexibilität in ihren Dispositionen. Während sich die Bank im Kreditgeschäft überwiegend an den Zins und die Nachfrage anpassen muß und an ihre Entscheidungen langfristig gebunden ist, kann sie in diesem Bereich Zahlungsmittelüberschüsse mit beliebiger Fristigkeit anlegen bzw. die getroffenen Anlageentscheidungen - wenn auch gegebenenfalls unter Kursverlusten - rückgängig machen und eine andere Anlageform wählen.

Für den verbleibenden, unter Rentabilitäts- und Liquiditätsaspekten zu bewertenden Problemkreis, lassen sich hinsichtlich der Auswahl von Alternativen generell zwei Strategien ableiten, wobei sich die Strategien jeweils aus einem Bündel einzelner Entscheidungsmöglichkeiten zusammensetzen, die alternativ zu testen sind. Die Analyse der gesamtwirtschaftlichen Daten in den letzten Jahren zeigt, daß ein relativ niedriger Kapitalmarktzins häufig mit einem hohen Mittelaufkommen der Bank zusammentrifft, da das Einlagengeschäft in einer solchen Situation stärker als das Kreditgeschäft wächst, während ein relativ hoher Kapitalmarktzins zusammen mit einem niedrigen Mittelaufkommen zu beobachten ist. Die

Geschäftspolitik der Kreditinstitute[1] ist daher oft dadurch gekennzeichnet, daß die Anlage in Rentenwerten prozyklisch erfolgt, indem bei relativ niedrigen Kapitalmarktzinsen die zur Anlage zur Verfügung stehenden Mittel in festverzinslichen Wertpapieren angelegt werden, während bei steigendem Zinsniveau wegen des geringen Mittelaufkommens der Bestand an Rentenwerten nicht ausgebaut werden kann, sondern konstant bleibt oder wegen Tilgungsrückflüssen oder Verkäufen gar abnimmt.

Eine erste Strategie kann daher so umrissen werden, wie es der tatsächlichen Anlagepolitik im Bereich der Sekundärliquidität bei einer Vielzahl von Instituten entspricht: die Mittelüberschüsse werden relativ kontinuierlich in Einlagen bei Banken oder in Geldmarktpapieren, vor allem aber Rentenwerten angelegt, während bei Defiziten Geldmarkt- und Lombardkredite aufgenommen, Wechsel zum Rediskont eingereicht und Geldmarktpapiere sowie Rentenwerte vor ihrer Fälligkeit veräußert werden.

---

1 Zu dieser Geschäftspolitik vgl. die Ausführungen bei Geiger, H., Die Geschäftspolitik der Sparkassen im Konjunkturzyklus, in: Sparkasse, 88. Jg. (1971), S. 233 ff. und Becker, W.-D., Die Sparkassen im Kapitalmarkt, in: Sparkasse, 88. Jg. (1971), S. 238 ff., insbes. S. 240: "Für die letzten Konjunkturzyklen war jedenfalls bei der Wertpapieranlage eine auffällig gleichförmige Bewegung im Vergleich zur Einlagenentwicklung und eine stramme Gegenläufigkeit zur Entwicklung des Kreditgeschäftes der Sparkassen festzustellen. Das bedeutet, daß die Sparkassen bei stark wachsendem Einlagenaufkommen und gleichzeitig nachlassender Kreditnachfrage umso mehr Wertpapiere gekauft haben ... Eine solche Situation ist aber in aller Regel gleichzeitig eine Periode relativ niedriger Zinsen. Nach Beendigung der Niedrigzins-Phase tritt dann ein zumindest latenter Abschreibungsbedarf auf, und die Rentabilität gerät in Gefahr, weil ein Shifting zu höher rentierlichen Anlagen ohne einen noch stärkeren Kursverfall nicht möglich ist und andererseits die Einlagenzinsen stark heraufgehen. Das ist ein Dilemma, in dem sich heute alle Kreditinstitute je nach ihrer individuellen Geschäftsstruktur mehr oder weniger befinden".

Die zweite Strategie läßt sich dagegen dadurch kennzeichnen, daß sich die Entscheidungen im Bereich der Sekundärliquidität vor allem am Kapitalmarktzins orientieren. Die Bankleitung versucht so zu disponieren, daß sie in Zeiten eines relativ niedrigen Kapitalmarktzinses ihren Mittelüberschuß statt in Rentenwerten vorübergehend in noch geringer verzinslichen Geldmarktpapieren und Geldmarktkrediten anlegt und dabei eine solche Staffelung vornimmt, daß das Mittelaufkommen in Zeiten eines relativ hohen Kapitalmarktzinses ausreichend ist, um in beträchtlichem Umfang ein Shifting in die hoch rentierliche Daueranlage vorzunehmen.

Während die erste Strategie an dem kurzfristigen periodischen Gewinn ausgerichtet ist, wird bei der zweiten Strategie bewußt von dem Periodengewinn abgesehen und der Gewinn im gesamten Planungszeitraum betrachtet. In einzelnen Perioden wird ein Gewinnentgang akzeptiert in der Erwartung, daß, über einen längeren Zeitraum betrachtet, der Gesamtgewinn dadurch größer wird.

Trifft die Bankleitung auf der Grundlage des Bruttoüberschusses Anlage- und Refinanzierungsentscheidungen, dann ergeben sich hierdurch dispositive Ein- und Auszahlungsströme, so daß sich für die einzelnen Perioden Nettoüberschüsse[1] einstellen, für die ebenfalls Wahrscheinlichkeitsverteilungen erwartet werden

---

1 Der Nettoüberschuß einer Periode ermittelt sich aus dem Anfangsbestand an Barreserve abzüglich der Summe aus den fixen und disponiblen Abflüssen zuzüglich der Summe aus den fixen und disponiblen Zuflüssen. Anstelle des Nettoüberschusses könnte eine differenzierte Betrachtung des Kassenbestandes bzw. des LZB-Guthabens erfolgen. Da jedoch die Aufteilung des Nettoüberschusses zwischen diesen beiden Komponenten der Barreserve durch dispositive Übertragungen beliebig gesteuert werden kann, wird der Betrachtung hier allein der Nettoüberschuß zugrunde gelegt.

ferner wird entsprechend den Rahmenbedingungen des Simulationsmodells ermittelt, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Grundsätze des BAK, die Mindestreservevorschriften etc. eingehalten werden. Während die dispositiven Zahlungsströme in der ersten Periode so gesteuert werden können, daß sich für den Nettoüberschuß eine Konzentration um Null zeigt und auch die anderen Rahmenbedingungen annähernd eingehalten werden, kann in späteren Perioden das System infolge von Rückflüssen, Fälligkeiten etc. nur noch schwer überblickt werden. Es bedarf daher mehrerer, wiederholter Dispositionen, um die Rahmenbedingungen des Modells einzuhalten.

Bei der Bewertung der Alternativen ist jedoch nicht davon auszugehen, daß die Rahmenbedingungen im Zeitablauf immer mit dem gleichen Sicherheitsniveau beachtet werden müssen. Da eine rollende Planung vorgenommen wird und daher zunächst nur die Entscheidungen in der ersten Planperiode realisiert werden, während die künftigen Aktionsmöglichkeiten infolge der Datenänderungen eine Revision erfahren und somit eine laufende Anpassung des ursprünglichen Planes an die Datenentwicklung erfolgt, ist es zulässig, an das Sicherheitsniveau im Zeitablauf geringere Anforderungen zu stellen. Dadurch wird das Problem, eine solche Kombination von Alternativen herauszufinden, die den Modellbedingungen entspricht, erheblich vereinfacht, so daß die Ermittlung alternativer, praktikabler Strategien möglich ist.

Die Entscheidung für eine Strategie fällt zwar im Planungszeitpunkt; wegen der gerade im Bankbetrieb langen zeitlichen Erstreckung der Handlungsmöglichkeiten ist damit jedoch häufig eine unabänderliche Festlegung verbunden, die in späteren Perioden zu nicht beeinflußbaren - positiven oder negativen -

Auswirkungen hinsichtlich des Gewinns, der Liquidität und des Bilanzbildes führt. Jede Entscheidung beinhaltet damit eine Änderung des Entscheidungsfeldes. Zur Bewertung der Strategien ist daher neben dem Grad der Zielerreichung auch der Aspekt der Flexibilität heranzuziehen. Eine flexible Strategie ist dann gegeben, wenn der künftige Dispositionsspielraum gewahrt bleibt, d. h. wenn der Entscheidungsträger in späteren Perioden die Möglichkeit hat, sich an neue, im ursprünglichen Zeitpunkt der Planung nicht bekannte Umweltsituationen anzupassen.[1] Die Entwicklung von Flexibilitätskalkülen, die ein System von Sätzen beinhalten, mit deren Hilfe sich logisch bzw. konkret-rechnerisch Aussagen über die optimale Flexibilität ableiten lassen, ist jedoch erst in den letzten Jahren aufgenommen worden und steht noch zahlreichen offenen Problemen gegenüber.[2]

---

1 Vgl. z. B. Meffert, H., Zum Problem der betriebswirtschaftlichen Flexibilität, in: ZfB, 39. Jg. (1969), S. 779 ff. und die dort angegebene Literatur.

2 Zu den Problemen der Flexibilität unternehmerischen Handelns vgl. Hax, H./Laux, H., Flexible Planung - Verfahrensregeln und Entscheidungsmodelle für die Planung bei Ungewißheit, in: ZfbF, 24. Jg. (1972), S. 318 ff.; dieselben, Zur Diskussion um die flexible Planung, in: ZfbF, 24. Jg. (1972), S. 477 ff.; Schneider, D., Flexible Planung als Lösung der Entscheidungsprobleme unter Ungewißheit?, in: ZfbF, 23 Jg. (1971), S. 831 ff.; derselbe, "Flexible Planung als Lösung der Entscheidungsprobleme unter Ungewißheit?" in der Diskussion, in: ZfbF, 24. Jg. (1972), S. 456 ff.

Zusammenfassung

Die vorliegende Untersuchung hat zum Ziel, einen Beitrag zur Lösung des Problems der Planung von Entscheidungen im finanziellen Bereich des Bankbetriebs zu leisten. Dabei kommt den Einzelentscheidungen weniger Bedeutung zu, weil sich als zentrales Anliegen einer entscheidungsorientierten Bankbetriebslehre die Planung von Handlungsprogrammen darstellt. Diese Planungsprobleme werden unter dem besonderen Aspekt betrachtet, daß wirtschaftliche Größen der Zukunft im Regelfall nicht mit Sicherheit bekannt sind, sondern der Entscheidungsträger über sie nur subjektive Glaubwürdigkeitsvorstellungen besitzt. Entsprechend der in der Entscheidungstheorie vorgenommenen Klassifizierung der verschiedenartigen Planungsansätze werden die Probleme der bankbetrieblichen Programmplanung einmal in einem geschlossenen Modell des Entscheidungsverhaltens untersucht, in dem eine Optimalplanung erfolgt; zum anderen wird die bankbetriebliche Programmplanung in einem offenen Modell des Entscheidungsverhaltens vorgenommen, das von einem beschränkten Rationalverhalten des Entscheidungsträgers ausgeht.

Untersucht man unter dem besonderen Aspekt der Unsicherheit die Programmplanung im finanziellen Bereich der Bank, indem man dem Planungsprozeß ein geschlossenes Modell des Entscheidungsverhaltens zugrunde legt, dann ist zunächst der Frage nach einer rationalen Entscheidung in Unsicherheitssituationen nachzugehen. Die Diskussion des Entscheidungsprozesses unter Unsicherheit führt zu dem Ergebnis, daß als rationales Entscheidungskriterium allein das auf Bernoulli zurückgehende Risikonutzenprinzip anzuwenden ist. Für den bankbetrieblichen Entscheidungsprozeß läßt sich dieses Prinzip dadurch näher konkretisieren, daß sich als bankbetriebliche Risikoneigung - zumindest für Programmplanungen - ein risikoaverses Entscheidungsverhalten ableiten läßt; damit ist es möglich, dem Entscheidungsprozeß im Bankbetrieb das vereinfachende,

auf Erwartungswert und Varianz einer Wahrscheinlichkeitsverteilung beruhende (μ,σ)-Prinzip zugrunde zu legen.

Eine erfolgreiche Anwendung dieses Entscheidungsprinzips wird in der bankbetrieblichen Planung bisher in der Theorie der Portfolio-Selection, der Planung des Wertpapierportefeuilles vorgenommen. Es werden daher die ökonomisch relevanten Grundzüge der Portfolio-Theorie dargelegt, indem insbesondere die Bestimmungsgründe des Risikos eines Anlageprogramms aufgezeigt und die Möglichkeiten der Risikominderung durch Diversifikation untersucht werden. Im Zusammenhang mit der Bestimmung effizienter und optimaler Portefeuilles werden auch die Probleme von Indexmodellen zur Planung des Wertpapierportefeuilles diskutiert.

Zwar kann bei der Planung des Kreditgeschäfts grundsätzlich auf die Portfolio-Theorie zurückgegriffen werden, da der Bankkredit in gleicher Weise wie andere Vermögenswerte als Anlageobjekt anzusehen ist. Allein die formale Anwendung dieses Instrumentariums auf die Kreditvergabe der Bank - wie es in der Literatur üblicherweise der Fall ist - , indem für einen bestimmten Kredit die Ertrags- und Risikokomponente als vorgegeben betrachtet werden, kann jedoch keine ökonomisch bedeutungsvollen Aussagen liefern, die über die bereits bei der Theorie der Wertpapiermischung abgeleiteten Ergebnisse hinausgehen. Daher werden als Bestimmungsgründe des Kreditrisikos das Existenz- und Kapitalstrukturrisiko der Unternehmung herausgearbeitet sowie die Ermittlung des Kreditrisikos der Bank im traditionellen Ansatz Hodgmans untersucht. Ausgehend von der kritischen Würdigung dieses traditionellen Ansatzes einer Kreditanlageentscheidung unter Unsicherheit, wird in der vorliegenden Arbeit versucht, eine Ableitung und Analyse der Entscheidungsdeterminnten im Kreditgeschäft auf der Basis der Portfolio-Theorie vorzunehmen. Die Auseinandersetzung mit der Kreditangebotsentscheidung der Bank führt zu dem Ergebnis, daß neben dem erwarteten Erfolg der Unternehmung sowie den Kosten

bei einer nicht ordnungsgemäßen Bedienung des Kredits vor allem der erwartete Erlös aus der Verwertung von Sicherheiten das Kreditvolumen determinieren. Dabei wird durch den Ansatz von bedingten Verteilungen der Erfolg der Unternehmung zutreffend in Abhängigkeit vom aufzunehmenden Kreditvolumen betrachtet; ebenso kann der Erlös aus der Verwertung von Sicherheiten in Abhängigkeit vom Erfolg der Unternehmung erfaßt werden.

Die Planung der Barreserve der Bank steht im Mittelpunkt zahlreicher Untersuchungen, die in aller Regel auf der Goldenen Bankregel basieren. Diese Dispositionsregel einschließlich ihrer einzelnen Modifikationen erweist sich jedoch als zur Liquiditätssicherung ungeeignet, so daß den Entscheidungsmodellen in der Literatur, die eine Planung der Barreserve auf der Basis der Goldenen Bankregel vornehmen, nicht gefolgt werden kann. Problematisch erweist sich ferner die isolierte Planung der Barreserve, indem eine Übertragung der Lagerhaltungstheorie auf die Kassenhaltung von Banken erfolgt. Zwar weisen das Kassenhaltungs- und Lagerhaltungsproblem Parallelen auf, die eine analoge Lösung nahelegen. Jedoch können diese oftmals angewendeten Planungskonzeptionen nicht akzeptiert werden, weil das Liquiditätsproblem der Bank nicht in ein Rentabilitätsproblem umgewandelt werden kann.

Da die Liquiditätssicherung in Form einer Restriktion in einem Gesamtplanungsmodell erfolgen muß, ist eine kombinatorische Rentabilitäts- und Liquiditätsplanung unter Unsicherheit vorzunehmen. Die Diskussion der für eine Gesamtplanung unter Unsicherheit anzuwendenden Optimierungsmethoden zeigt jedoch, daß die einzelnen Verfahren Prämissen implizieren, die in der vorliegenden Untersuchung ökonomisch nicht haltbar sind. Daher ergibt sich die Notwendigkeit, die bankbetriebliche simultane Rentabilitäts- und Liquiditätsplanung unter Unsicherheit in einem offenen Modell des Entscheidungsverhaltens vorzunehmen, in

dem das Entscheidungsproblem nicht länger als Optimierungsproblem betrachtet wird.

Im zweiten Teil der vorliegenden Arbeit wird daher die Entwicklung eines Planungsansatzes unternommen, der geeignet erscheint, die Programmplanung im finanziellen Bereich des Bankbetriebs dem komplexen, realen System entsprechend vorzunehmen. Zur Ableitung von Programmentscheidungen in einem offenen Modell des Entscheidungsverhaltens bietet sich das Verfahren der Simulation an, das in der betriebswirtschaftlichen Forschung immer häufiger in den Fällen zur Anwendung gelangt, in denen Probleme nicht mehr im Hinblick auf Zielsetzung und Zielverfolgung vollständig beschrieben werden.

Der Entwicklung einer Anlage- und Refinanzierungspolitik geht die Abgrenzung des Entscheidungsfeldes voraus, so daß das Entscheidungsfeld des Simulationsmodells zur mehrperiodischen Gesamtplanung im Bankbetrieb zu formulieren ist. Als problematisch erweist sich hierbei insbesondere die durch die Bildung von Teilperioden erfolgende zeitliche Strukturierung des Planungszeitraumes. Bei den in der bankbetrieblichen Literatur entwickelten mehrperiodischen Modellen werden Teilperioden gleicher Länge gebildet, so daß die Zeitachsen in äquidistante Abschnitte unterteilt wird. Da die Genauigkeit der Prognose mit zunehmender Länge des Planungszeitraumes abnimmt, erscheint diese Konzeption jedoch nicht zulässig. In der vorliegenden Untersuchung wird daher der Beginn des Planungszeitraumes detailliert in Teilperioden mit geringer zeitlicher Erstreckung unterteilt; mit zunehmender Entfernung vom Planungszeitpunkt nimmt die zeitliche Ausdehnung der Teilperioden hingegen zu.

Zum Problem der zeitlichen Erstreckung des Entscheidungsfeldes tritt das Problem seiner mengenmäßigen Ausdehnung hinzu. Da zwischen den Handlungsmöglichkeiten zeitlich-horizontale und zeitlich-vertikale Interdependenzen bestehen, können die Anlage- und Refinanzierungsentscheidungen der Bank nur im Zusammenhang mit den im Planungszeitpunkt bestehenden und in dieser Periode sowie in nachfolgenden Zeitabschnitten zu verwirklichenden Alternativen beurteilt werden. Eine sehr hohe Aggregation der Modellgrößen kann zu keinen gehaltvollen Aussagen führen, eine stark disaggregierte Betrachtungsweise muß als unwirtschaftliche Lösung verworfen werden, so daß der für die Modellformulierung adäquate Abstraktionsgrad zu bestimmen ist.

Als Ausgangspunkt für die Ableitung der Entscheidungsvariablen und der Daten, die Einfluß auf die Wahl zwischen den alternativen Handlungsprogrammen ausüben, wird in der vorliegenden Untersuchung die Bankbilanz gewählt, wobei der modelltheoretischen Untersuchung die wichtigsten Positionen im Bereich der Primär-, Sekundär- und Tertiärliquidität sowie im passiven Bankgeschäft zugrunde gelegt werden. In den einzelnen Bilanzpositionen sind jedoch zum Teil verschiedene Einzelpositionen zusammengefaßt: die einzelnen Alternativen unterscheiden sich einmal nach der Periode, in der sie realisiert wurden, sowie zum anderen hinsichtlich ihrer Laufzeit; ferner lassen sie sich nach Kreditnehmern bzw. -gebern und Wertpapieremittenten trennen. Diese einzelnen Merkmale bedingen unterschiedliche Erfolgs-, Liquiditäts- und Bestandswirkungen, die im Modell zu erfassen sind. Zur Abbildung der Entscheidungsvariablen im Simulationsmodell und zur Erfassung der mit ihnen verbundenen Wirkungen auf den Erfolg, die Liquidität und das Bilanzbild, wird in der vorliegenden Arbeit

ein allgemeines System entwickelt, das beispielhaft auf einzelne Aktiv- und Passivgeschäfte der Bank angewendet wird.

Die Handlungen des Bankleiters müssen im Rahmen des bankbetrieblichen Entscheidungsfeldes erfolgen, so daß die wichtigsten Beschränkungen des Entscheidungsfeldes herausgearbeitet werden, die Einfluß auf die zulässige Menge an Handlungsalternativen ausüben. Hierzu zählen vor allem die Liquiditäts- und Mindestreservenbedingung, die Grundsätze des Bundesaufsichtsamtes für das Kreditwesen, die Angebots- und Nachfragebedingungen sowie die Rediskont- und Lombardbeschränkung. Gehen in die einschränkenden Nebenbedingungen stochastische Größen ein, dann wird nicht gefordert, daß eine Nebenbedingung mit Sicherheit eingehalten werden muß; vielmehr kann sinnvollerweise nur die Forderung erhoben werden, daß die Rahmenbedingung mit einem vom Entscheidungsträger festgelegten Sicherheitsniveau nicht verletzt wird. Als zulässig werden daher auch solche Handlungsprogramme betrachtet, die mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit jeweils Nebenbedingungen verletzen, die Wahrscheinlichkeit jedoch nicht über das festgelegte Sicherheitsniveau hinausgeht.

Bei der adäquaten Berücksichtigung der Daten, für die häufig stochastische Variable anzusetzen sind, ist zu beachten, daß zwischen den Variablen Interdependenzen bestehen können, da die Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die einzelnen Einflußgrößen - vor allem im Bereich der Zinssätze - nicht immer als voneinander unabhängig zu betrachten sind. Die Erfassung solcher Abhängigkeiten zwischen den Variablen erweist sich in Simulationsmodellen als problematisch. Das Interdependenzproblem kann jedoch dann zufriedenstellend gelöst werden, wenn zwischen den Variablen

nur einseitige Abhängigkeiten bestehen, da in diesen Fällen der Ansatz von bedingten Verteilungen die Berücksichtigung statischer und dynamischer Interdependenzen ermöglicht. Die Analyse der Zinsstruktur führt zu dem Ergebnis, daß zwar die Soll- und Habenzinssätze der Banken nicht mehr aufgrund gesetzlicher Bindung mit dem von der Bundesbank festgesetzten Diskontsatz variieren, die Zinspolitik der Bundesbank seit dem Wegfall der Zinsbindung jedoch das Zinsniveau weiterhin nachhaltig beeinflußt und daher einseitige Abhängigkeiten bestehen; dies gilt auch für die Abhängigkeiten zwischen den Zinssätzen und dem Angebot bzw. der Nachfrage. Durch den Ansatz von bedingten Verteilungen kann somit eine isomorphe Abbildung der Interdependenzen im Modell erfolgen.

Liegen für einzelne Daten des Modells keine deterministischen Werte vor, sondern werden die Ausprägungen eines Datums innerhalb eines Streubereichs erwartet, dann sind aus der Vielzahl der möglichen Realisationen diejenigen Werte festzulegen, mit denen die Berechnungen am Simulationsmodell erfolgen sollen, um die Auswirkungen eines vorgegebenen Handlungsprogrammes zu ermitteln. Daher werden kurz die Monte-Carlo-Methoden diskutiert, mit deren Hilfe die Merkmalswerte der stochastischen Variablen so bestimmt werden, daß die ausgewählten Werte in ihrer Zusammensetzung die zugrunde liegende Wahrscheinlichkeitsverteilung nachbilden.

Weitaus komplexer als die Datenauswahl ist das Problem der Festlegung von Handlungsalternativen, mit denen alternative Berechnungen am Simulationsmodell erfolgen sollen. Da die kombinatorische und statistische Strategienauswahl aufgrund der hier gegebenen Problemstruktur ausscheiden, verbleibt allein das

Verfahren der heuristischen Simulation. In der vorliegenden Arbeit werden daher die bei der Strategienauswahl und -bewertung zu berücksichtigenden Aspekte herausgearbeitet, die es ermöglichen, eine befriedigende Handlungsweise im finanziellen Bereich des Bankbetriebs abzuleiten.

LITERATURVERZEICHNIS

I. Monographien

ALBACH, H., Wirtschaftlichkeitsrechnung bei unsicheren Erwartungen, Köln und Opladen 1959.

ALBACH, H., Investition und Liquidität, Wiesbaden 1962.

ALEXIS, M./WILSON, C.Z., Organizational Decision Making, Englewood Cliffs, N.J. 1967.

ARNOLD, H., Risikentransformation, Diss. Saarbrücken 1964.

ARROW, K.J./KARLIN, S./SCARF, H., Studies in the Mathematical Theory of Inventory and Production, Stanford 1958.

AUST, E.,Der Wettbewerb in der Bankwirtschaft, Frankfurt a.M. 1963.

BARGES, A., The Effect of Capital Structure on the Costs of Capital, Englewood Cliffs, N.J. 1963.

BAUER, K.P., Zielfunktionen und finanzielle Nebenbedingungen in Investitionsmodellen bei Unsicherheit, Diss. Bonn 1969.

BAUKNECHT, K./NEF, W., Digitale Simulation, Berlin-Heidelberg-New York 1971.

BIDLINGMAIER, J., Zielkonflikte und Zielkompromisse im unternehmerischen Entscheidungsprozeß, Wiesbaden 1968.

BIRCK, H., Die Bankbilanz, 2. grundl. erw. Aufl., Wiesbaden 1961.

BLAICH, J., Möglichkeiten und Grenzen der Modelle der Portfolio Selection - dargestellt an einigen Beispielen aus der Bundesrepublik Deutschland -, Diss. Münster 1971.

BLEYMÜLLER, J., Theorie und Technik der Aktienkursindizes, Wiesbaden 1966.

BLOHM, H./LÜDER, K., Investition, 2. neub. Aufl., München 1972.

BLUMENTRATH, U., Investitions- und Finanzplanung mit dem Ziel der Endwertmaximierung. Wiesbaden 1969.

BORCH, K.H., Wirtschaftliches Verhalten bei Unsicherheit, Wien und München 1969.

BRAUN, W., Das Liquiditätsproblem der Kreditbanken, Stuttgart 1934.

BRAYBROOKE, D./LINDBLOM, C.E., A Strategy of Decision, Glencoe 1963.

BÜSCHGEN, H. E., Bankbetriebslehre, Wiesbaden 1972.

CARNAP, R., Logical Foundations of Probability, Chicago 1950.

CARNAP, R./STEGMÜLLER, W., Induktive Logik und Wahrscheinlichkeit, Wien 1959.

CHURCHMAN, C.W./ACKOFF, R.L./ARNOFF, F.L., Operations Research, Eine Einführung in die Unternehmensforschung, Wien - München 1961.

CLAASSEN, E.M., Probleme der Geldtheorie, Berlin - Heidelberg - New York 1970.

CLARKSON, G.P.E., Portfolio Selection: A Simulation of Trust Investment, Englewood Cliffs, N.J. 1962.

CROSSE, H.D., Management Policies for Commercial Banks, Englewood Cliffs, N.J. 1963.

DANTZIG, G.B., Lineare Programmierung und Erweiterungen, Berlin - Heidelberg - New York 1966.

DEPPE, H.-D., Bankbetriebliches Wachstum, Funktionalzusammenhänge und Operations Research in Kreditinstituten, Stuttgart 1969.

DINKELBACH, W., Sensitivitätsanalysen und parametrische Programmierung, Berlin - Heidelberg - New York 1969.

DÜCHTING, H., Liquidität und unternehmerische Entscheidungsmodelle, Diss. München 1965.

ENGELS, W., Betriebswirtschaftliche Bewertungslehre im Licht der Entscheidungstheorie, Köln und Opladen 1962.

FARRAR, D.E., The Investment Decision under Uncertainty, Englewood Cliffs, N.J. 1962.

FEIGENBAUM, E.A./FELDMAN, J. (Hrsg.), Computers and Thought, A Collection of Articles, New York - San Francisco etc. 1963.

FELDBAUSCH, F.K., Bankpolitik, Wiesbaden 1969.

FISCHER, O., Bankbilanzanalyse, Meisenheim/Glan 1956.

FISZ, M., Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik, Berlin 1958.

FRANKE, G., Verschuldungs- und Ausschüttungspolitik im Licht der Portefeuille-Theorie, Köln - Berlin - Bonn - München 1971.

GÄFGEN, G., Theorie der wirtschaftlichen Entscheidung, 2. Aufl., Tübingen 1968.

GAHSE, S., Liquiditätsprognosen auf der Grundlage von Phasenfolgen (mit Hilfe von EDVA), Diss. Mannheim 1967.

GLESKE, L., Die Liquidität in der Kreditwirtschaft, Frankfurt a.M., o.J.

GUTENBERG, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. I: Die Produktion, 11. Aufl., Berlin - Heidelberg - New York 1965.

GUTENBERG, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. II: Der Absatz, 8. Aufl., Berlin - Heidelberg - New York 1965.

GUTENBERG, E., Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. III: Die Finanzen, 2. Aufl., Berlin - Heidelberg - New York 1969.

HAAS, C., Unsicherheit und Risiko in der Preisbildung, Köln - Berlin - Bonn - München 1965.

HAGENMÜLLER, K.F., Der Bankbetrieb, Bd. III: Rechnungswesen-Bankpolitik, Wiesbaden 1964.

HAHN, A.L., Volkswirtschaftliche Theorie des Bankkredits, 3. Aufl., Tübingen 1930.

HALM, G.N., Geld, Außenhandel und Beschäftigung, 3., völlig neu bearb. Aufl., München 1957.

HAMMERSLEY, J.M./HANDSCOMB, D.C., Monte Carlo Methods, London - New York 1964.

HANEKE, W., Die Bestimmung der optimalen Unternehmungsweise und deren Bedeutung für die Unternehmungsbewertung, Diss. Münster 1969.

HARRIS, F.W., Operation and Costs (Factory Management Series), Chicago 1915.

HARTMANN, B., Bankbetriebsanalyse, Freiburg i.Br. 1962.

HAX, H., Investitionstheorie, 2. durchges. Aufl., Würzburg - Wien 1972.

HEIDER, M., Simulationsmodell zur Risikoanalyse für Investitionsplanungen, Diss. Bonn 1969.

HEINEN, E., Das Zielsystem der Unternehmung, Wiesbaden 1966.

HEINEN, E., Betriebswirtschaftslehre heute, Wiesbaden 1966.

HEINEN, E., Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden 1968.

HERCOG, F., Liquidität und Liquiditätspolitik der Kreditbanken, Potrovgrad 1935.

HESSELBACH, J./EISGRUBER, L.M., Betriebliche Entscheidungen mittels Simulation, Hamburg - Berlin 1967-

HIELSCHER, U., Das optimale Aktienportefeuille, 2. Aufl., Frankfurt a.M. 1969.

HOCHSTÄDTER, D., Stochastische Lagerhaltungsmodelle, Berlin - Heidelberg - New York 1969.

HOFFMANN, H., Dispositionsregeln zur Solvenzsicherung von Depositenbanken, Diss. Saarbrücken 1967.

HÜBNER, O., Die Banken, Leipzig 1854.

HURWICZ, L., Optimal Criteria for Decision Making under Ignorance, Cowles Commission Discussion Paper, Statistics No. 370, 1951. zitiert nach Luce, D.R./ Raiffa, H., Games and Decisions, New York - London - Sydney 1957.

ISAAC, A., Über das Selbstkostenproblem im Bankbetriebe, Leipzig 1921.

JACOB, H., Preispolitik, Wiesbaden 1963.

JACOB, H., Neuere Entwicklungen in der Investitionsrechnung, Wiesbaden 1964.

JARCHOW, H.-J., Theoretische Studien zum Liquiditätsproblem, Tübingen 1966.

JÄÄSKELÄINEN, V., Optimal Financing and Tax Policy of the Corporation, Helsinki 1966.

KALVERAM, W./GÜNTHER, H., Bankbetriebslehre, 3. völlig neu bearb. Aufl., Wiesbaden 1961.

KAMINSKY, S., Die Kosten- und Erfolgsrechnung der Kreditinstitute, 2. verb. Aufl., Meisenheim/Glan 1955.

KATONA, G., Das Verhalten der Verbraucher und Unternehmer, Tübingen 1960.

KEYNES, J.M., A Treatise on Probability, London 1921, deutsche Übersetzung: Über Wahrscheinlichkeit, Leipzig 1926.

KEYNES, J.M., General Theory of Employment, Interest and Money, London 1936.

KIRSCH, W., Entscheidungsprozesse, Bd. I: Verhaltenswissenschaftliche Ansätze der Entscheidungstheorie, Wiesbaden 1970.

KIRSCH, W., Entscheidungsprozesse, Bd. II: Informationsverarbeitungstheorie des Entscheidungsverhaltens, Wiesbaden 1971.

KLEIN, H.K., Heuristische Entscheidungsmodelle, Diss. München 1968.

KLEIN, H.K., Heuristische Entscheidungsmodelle - Neue Techniken des Programmierens und Entscheidens für das Management, Wiesbaden 1971.

KNIES, K., Geld und Credit, II. Abt., 2. Hälfte, Der Credit, Neudruck Leipzip 1931.

KNIGHT, F.H., Risk, Uncertainty and Profit, Boston und New York 1921, Neudruck New York 1964.

KOCH, H., Betriebliche Planung, Wiesbaden 1961.

Koch, H., Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsrechnung, Wiesbaden 1970.

KOLBECK, R., Bankbetriebliche Planung, Wiesbaden 1971.

KOLLER, H., Simulation und Planspieltechnik - Berechnungsexperimente in der Betriebswirtschaft, Wiesbaden 1969.

KOSIOL, E. Finanzmathematik, 9. umgearb. u. erw. Aufl., Wiesbaden 1959.

KOTTKE, E., Die optimale Beschaffungsmenge, Berlin 1966.

KOXHOLT, R. Die Simulation, München - Wien 1967.

KRELLE, W., Preistheorie, Tübingen - Zürich 1961.

KRELLE, W./COENEN, D., Präferenz- und Entscheidungstheorie, Tübingen 1968.

KUHN, A., Zum Problem der optimalen Bestellmenge, Diss. Münster 1964.

LIPFERT, H., Nationaler und internationaler Zahlungsverkehr, Wiesbaden 1960.

LOHMANN, M., Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 4. neubearb. Aufl., Tübingen 1964.

LUCE, D.R./RAIFFA, H., Games and Decisions, New York - London - Sydney 1957.

LINHARDT, H., Bankbetriebslehre, Bd. I: Bankbetrieb und Bankpolitik, Köln und Opladen 1957.

MACLEOD, H.D., The Theory of Credit, London 1889/91.

MAO, J.C.T., Quantitative Analysis of Financial Decisions, London 1969.

MARCH, J.G./SIMON, H.A., Organizations, New York - London 1958.

MARKOWITZ, H.M., Portfolio Selection, Efficient Diversification of Investments, New York - London 1959.

MAßMANN, G., Das Problem des finanziellen Gleichgewichts in der Unternehmung, Diss. Köln 1959.

MATTESICH, R., Simulation of the Firm through a Budget Computer Program, Homewood, Ill. 1964.

MCMILLAN, C./GONZALEZ, R.F., Systems Analysis: A Computer Approach to Decision Models, Homewood, Ill. 1965.

MEIER, H.C./NEWELL, W.T./PAZER, H.L., Simulation in Business and Economics, Englewood Cliffs, N.J. 1969.

MELLWIG, W., Anpassungsfähigkeit und Ungewißheitstheorie, Tübingen 1972.

MENGES, G., Grundriß der Statistik, Teil 1: Theorie, Köln und Opladen 1968.

MERTENS, P., Simulation, Stuttgart 1969.

MEYER ZU SELHAUSEN, H., Die Optimalplanung von Kapitalbeschaffung und Kapitalverwendung einer Kreditbank mit den Methoden der Unternehmensforschung, Köln o.J. (1970).

MEYHAK, H., Simultane Gesamtplanung im mehrstufigen Mehrproduktunternehmen, Wiesbaden 1970.

MILLER, D.W./STARR, M.K., Executive Decisions and Operations Research, Sec. Edition, Englewood Cliffs, N.J. 1969.

MIZE, J.H./COX, G.J., Essentials of Simulation, Englewood Cliffs, N.J. 1968.

MORRISON, G.R., Liquidity Preferences of Commercial Banks, Chicago-London 1966.

MÜLHAUPT, L., Strukturwandlungen im westdeutschen Bankwesen, Wiesbaden 1971.

MÜLLER, H., Portfolio Selection, Wiesbaden 1970.

MÜLLER, W., Die Simulation betriebswirtschaftlicher Informationssysteme, Wiesbaden 1969.

NAYLOR, T.H./BALINTFY, J.L./BURDICK, D.S./CHU, K., Computer Simulation Techniques, New York - London - Sydney 1966.

NAYLOR, T.H./VERNON, H.M., Microeconomics and Decision Models of the Firm, New York - Chicago - San Francisco - Atlanta 1969.

NEUBAUER, W., Strategien, Techniken und Wirkungen der Geld- und Kreditpolitik, Göttingen 1972.

NEUMANN, J.von/MORGENSTERN, O., Spieltheorie und wirtschaftliches Verhalten, 2. unv. Aufl., Würzburg 1967.

ORTH, L., Die kurzfristige Finanzplanung industrieller Unternehmungen, Köln und Opladen 1961.

PATINKIN, D., Money, Interest, and Prices, New York 1965.

POPP, W., Einführung in die Theorie der Lagerhaltung, Berlin - Heidelberg - New York 1968.

REED, E.W., Commercial Bank Management, New York - Evanston -London 1963.

RIEGER, W., Einführung in die Privatwirtschaftslehre, Nürnberg 1928.

ROBINSON, R. I., The Management of Bank Funds, sec. edition, New York-San Francisco-Toronto-London 1962.

SALOMO, W., Geldangebot und Zentralbankpolitik, Tübingen 1971.

SANDIG, C., Die Führung des Betriebes, Stuttgart 1953.

SCHÄFER, H., Zum Begriff des Bankbetriebes, Göppingen 1971.

SCHEMMANN, G., Zielorientierte Unternehmensfinanzierung, Köln und Opladen 1970.

SCHLECHT, E./FERSCHL, F. Operations Research, Eine Einführung in die Unternehmensforschung, Wien - München 1961.

SCHLÜTER, J.R., Studien zum Problem der bankbetrieblichen Sicherheit, Diss. Göttingen 1970.

SCHMIDT-WILKE, H.-J., Risikoproblematik und Risikopolitik im internationalen Bankgeschäft, Diss. Hamburg 1969.

SCHNEEWEIß, H., Entscheidungskriterien bei Risiko, Berlin - Heidelberg - New York 1967.

SCHNEIDER, D., Die wirtschaftliche Nutzungsdauer von Anlagegütern, Köln und Opladen 1961.

SCHNEIDER, D. Investition und Finanzierung, 2., verb. Aufl, Opladen 1971.

SCHNEIDER, E., Einführung in die Wirtschaftstheorie, III. Teil: Geld, Kredit, Volkseinkommen und Beschäftigung, 10. Aufl., Tübingen 1967.

SCHNEIDER, G., Zur Planung von Bankportefeuilleentscheidungen, Frankfurt a.M. 1970.

SCHORK, L., Gesetz über das Kreditwesen mit Begründung und Anmerkungen, Stuttgart 1961.

SCHROER, H.-O., Sicherheit als Gegenstand der Unternehmenspolitik, Tübingen 1969.

SCHROM , F., Die Wesensbestimmung der bankbetrieblichen Liquidität und die Liquiditätsnormen im KWG, Diss. München 1963.

SCHWEIM, J., Integrierte Unternehmungsplanung, Bielefeld 1969.

SCHREIDER, Y.A., Method of Statistical Testing-Monte Carlo Method, Amsterdam -London - New York 1964.

SIEBEL, H.D., Die Bankbetriebslehre in den Vereinigten Staaten von Amerika, Diss. Marburg 1968.

SIMON, H.A., Administrative Behavior, 2. Aufl., New York - London 1957.

SOMARY, F., Bankpolitik, 2. neugearb. Aufl., Tübingen 1930.

SPINDLER, J. v./BECKER, W./STARKE, O.-E., Die Deutsche Bundesbank, 3. Aufl., Stuttgart - Berlin - Köln - Mainz 1969.

SROKA, K., Probleme der Messung der Fremdfinanzierungsrisiken und deren Bedeutung in der Theorie der finanziellen Führung, Diss. Frankfurt a.M. 1966.

STEVENSON, H., Elektronische Datenverarbeitung in Kreditinstituten, 2. verb. Aufl., Berlin - New York 1971.

STUCKEN, R., Liquidität der Banken, Berlin 1940.

STUCKEN, R., Geld und Kredit, 2., stark veränd. Aufl., Tübingen 1957.

STURM, V., Der Wandel der Auffassungen über die Liquidität der Kreditbanken , Diss. Frankfurt a.M. 1947.

TEICHMANN, H., Die Investitionsentscheidung bei Unsicherheit, Berlin 1970.

VETTER, H., Wahrscheinlichkeit und logischer Spielraum, Tübingen 1967.

WÄCHTERSHÄUSER, M., Kreditrisiko und Kreditentscheidung im Bankbetrieb, Wiesbaden 1971.

WAGNER, A., Beiträge zur Lehre von den Banken, Leipzig 1857.

WAGNER, E., Untersuchungen über die Kostenabhängigkeit der Geldnachfrage, Berlin 1965.

WALD, A., Statistical Decision Functions, New York - London 1950.

WALDMANN, J., Optimale Unternehmensfinanzierung, Diss. Münster 1971.

WEINBERG, F., Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik sowie Anwendungen im Operations Research, Berlin - Heidelberg - New York 1968.

WEINGARTNER, H.M., Mathematical Programming and the Analysis of Capital Budgeting Problems, Englewood Cliffs, N.J. 1963.

WHITIN, T.M., The Theory of Inventory Management, Princeton 1953.

WILDE, D.J., Optimum Seek Methods, Englewood Cliffs, N.J. 1964.

WILLMS, M., Zinstheoretische Grundlagen der Geldpolitik, Berlin 1971.

WILLNERS, G., Die Wertpapieranlage der Kreditbanken und ihre Bestimmungsfaktoren, Wiesbaden 1966.

WITTGEN, R., Die Geldpolitik der Geschäftsbanken, Frankfurt a.M. 1965.

WITTMANN, W., Unternehmung und unvollkommene Information, Köln und Opladen 1959.

II. Aufsätze in Zeitschriften und Beiträge in Sammelwerken

ADAM, D., Die Bedeutung der Restwerte von Investitionsobjekten für die Investitionsplanung in Teilperioden, in: ZfB, 38. Jg. (1968), S. 391 ff.

ADAM, D., Koordinationsprobleme bei dezentralen Entscheidungen, in: ZfB, 39. Jg. (1969), S. 615 ff.

ALBACH, H., Rentabilität und Sicherheit als Kriterien betrieblicher Investitionsentscheidungen, in: ZfB, 30. Jg. (1960), S. 583 ff.

BAUMOL, W.J., The Transactions Demand for Cash: An Inventory Theoretic Approach, in: QJoE., Vol. 66 (1952),S.545 ff.

BECKER, W.-D., Die Sparkassen im Kapitalmarkt, in: Sparkasse, 88. Jg. (1971), S. 238 ff.

BERNOULLI, D., Specimen Theoriae novae de Mensura Sortis, in: Commentarii Academicae Scientiarum Imperialis Petropolitanae, Jg. 5 (1738), S. 175 ff.

BROOKS, S.H., A Discussion of Random Methods for Seeking Maxima, in: Operations Research, Vol. 6 (1958), S. 244 ff.

BÜSCHGEN, H.E., Zum Problem der Planung von Wertpapierbeständen, insbesondere durch Kreditinstitute und Investmentgesellschaften, in: Kredit und Kapital, 2. Jg. (1969), S. 1 ff.

BÜSCHGEN, H.E., Wissenschaftliche Unternehmensführung und operations research im Bankbetrieb, I. Teil, in: Bank-Betrieb, 9. Jg. (1969), S. 206 ff.

BOULDING, K.E., The Present Position of the Theory of the Firm, in: Linear Programming and the Theory of the Firm, Hrsg. K.E. Boulding/W.A. Spivey, New York 1960, S. 4 ff.

BYERLY, R.A., The Use of Mathematical Models in the Analysis and Improvement of Bank Operations, in: Analytical Methods in Banking, Hrsg. K.J. Cohen/F.S. Hammer, Homewood, Ill., 1966, S. 522 ff.

CATT, A.J.L., Credit Risk and Credit Rationing: Comment, in: QJoE, Vol 77 (1963), S. 505 ff.

CHAMBERS, D./CHARNES, A., Inter-Temporal Analysis and Optimization of Bank Portfolios, in: Analytical Methods in Banking. Hrsg. K.J. Cohen/F.S. Hammer, Homewood, Ill., 1966, S. 67 ff.

CHASE, S.B.jr., Credit Risk and Credit Rationing: Comment, in: QJoE, Vol 75 (1961), S. 319 ff.

CHARNES, A./THORE, S., Planning for Liquidity in Financial Institutions: The Chance-Constrained Method, in: JoF, Vol. 21 (1966), S. 649 ff.

CHERNOFF, H., Rational Selection of Decision Functions, in: Econometrica, Vol. 22 (1954), S. 422 ff.

COHEN, K.J./ELTON, E.J., Inter-Temporal Portfolio, Analysis based on Simulation of Joint Returns, in: MS, Vol. 14 - Theory Series (1968), S. 5 ff.

COHEN, K.J./HAMMER, F.S., Operations Research: A New Approach to Bank Decision Making, in: Analytical Methods in Banking, Hrsg. K.J. Cohen/F.S. Hammer, Homewood, Ill. 1966, S. 4 ff.

COHEN, K.J. /HAMMER, F.S., Editoral Comment, to: Cheng, P.L., Optimum Bond Portfolio Selection, in: Analytical Methods in Banking, Hrsg. K.J. Cohen/ F.S. Hammer, Homewood, Ill., 1966, S. 394 f.

COHEN, K.J./HAMMER, F.S., Linear Programming and Optimal Bank Asset Management Decisions, in: JoF, Vol. 22 (1967), S. 147 ff.

COHEN, K.J./POGUE, J.A., An Empirical Evaluation of Alternative Portfolio-Selection Models, in: JoB, Vol 40 (1967), S. 166 ff.

CRANE, D.B., A Simulation Model of Corporation Demand Deposits, in: Analytical Methods in Banking, Hrsg. K.J. Cohen/F.S. Hammer, Homewood, Ill., 1966, S. 483 ff.

DAWSON, R.E., Simulation in the Social Sciences, in: H. Guetzkow (Hrsg.), Simulation in Social Science: Readings,Englewood Cliffs, N.J. 1962, S. 3 ff.

DEPPE, H.-D., Zur Rentabilitäts- und Liquiditätsplanung von Kreditinstituten, in: Weltwirtschaftliches Archiv, Bd. 86 (1961, II), S. 303 ff.

DEPPE, H.-D., Der Bankbetrieb als Gegenstand von Wachstumsanalysen, in: ZfB, 34. Jg. (1964), S. 353 ff.

DEPPE, H.-D., Über Ziele und Problemstellungen theoretisch-deduktiver Analysen einzelner Kreditinstitute, in: ZfhF, NF, 18. Jg. (1966), S. 618 ff.

DEPPE, H.-D., Die Planung im Bankbetrieb mit wissenschaftlichen Methoden, in: ZfgK, 22. Jg. (1969), S. 92 ff.

EDGEWORTH, F.Y., The Mathematical Theory of Banking, in: Journal of the Royal Statistical Society, Vol. 51 (1888), S. 113 ff.

EISFELD, C., Art. Bankpolitik, in: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, begründet von H. Niklisch 3. völlig neu bearb. Aufl. Bd. I, Stuttgart 1956, Sp. 482 ff.

EMMERICH, G. Die Netzplantechnik als Instrument der Terminplanung in Kreditinstituten, in: Bank-Betrieb, 8. Jg. (1968), S. 281 ff. u. 9. Jg. (1969), S. 13 ff.

EPPEN, G.D./FAMA, E.F., Solutions for Cash-Balance and Simple Dynamic-Portfolio Problems, in: JoB, Vol. 41 (1968), S. 94 ff.

FISCHER, O., Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der Kapitaltheorie, in: ZfbF, 21. Jg. (1969), S. 26 ff.

FISHMAN, G.S./KIVIAT, P.J., The Analysis of Simulation-Generated Time Series, in: MS, Vol 13 (1967), S. 525 ff.

FREIMER, M./GORDON, M.J., Why Bankers Ration Credit, in: QJoE, Vol. 79 (1965), S 397 ff.

FRIEDMAN, M/SAVAGE, L.J., The Utility Analysis of Choices Involving Risk, in: The Journal of Political Economy, Vol. 56 (1948), S. 279 ff.

GEIGER, H., Die Geschäftspolitik der Sparkassen im Konjunkturzyklus, in: Sparkasse, 88. Jg. (1971), S. 233 ff.

GRESHAKE, K., Planung der Mindestreserven durch den Gelddisponenten, in: ZfgK, 17. Jg. (1964), S. 871 ff.

GÜDE, U., Giroeinlagen der Sparkassen, in: Sparkasse, 86. Jg. (1969), S. 269 ff.

HAEGERT, L., Die Aussagefähigkeit der Dualvariablen und die Wirtschaftliche Deutung der Optimalitätsbedingungen beim Chance - Constrained Programming, in: Entscheidung bei unsicheren Erwartungen, Beiträge zur Theorie der Unternehmung, Hrsg. H. Hax, Köln und Opladen 1970, S. 101.

HART, A.G., Risk, Uncertainty, and the Unprofitability of Compounding Probabilities, in: Studies in Mathematical Economics and Econometrics, Gedächtnisband für Henry Schultz, Hrsg. O. Lange/F.McIntyre/T.O. Yntema, Chicago 1942, S. 110 ff.

HAX, H. Investitions- und Finanzplanung mit Hilfe der linearen Programmierung, in: ZfhF, NF, 16. Jg. (1964), S. 430 ff.

HAX, H., Bewertungsprobleme bei der Formulierung von Zielfunktionen für Entscheidungsmodelle, in: ZfbF, 19. Jg. (1967), S. 749 ff.

HAX, H., Investitionsentscheidungen bei unsicheren Erwartungen, in: Entscheidung bei unsicheren Erwartungen, Beiträge zur Theorie der Unternehmung, Hrsg. H. Hax, Köln und Opladen 1970, S. 129 ff.

HAX, H./LAUX, H., Flexible Planung, Verfahrensregeln und Entscheidungsmodelle für die Planung bei Ungewißheit, in: ZfbF, 24. Jg. (1972), S. 318 ff.

HAX, H./LAUX, H., Zur Diskussion um die flexible Planung, in: ZfbF, 24. Jg. (1972), S. 447 ff.

HAX, K., Planung und Organisation als Instrumente der Unternehmungsführung, in: ZfhF, NF, 11. Jg. (1959), S. 605 ff.

HEIN, M., Umrisse einer Gesamtplanung in Kreditinstituten, in: Österreichisches Bank-Archiv, 18. Jg. (1970), S. 218 ff.

HEINEN, E., Zielanalyse als Grundlage rationaler Unternehmungspolitik, in: Zielprogramm und Entscheidungsprozeß in der Unternehmung, Hrsg. H. Jacob, Wiesbaden 1970, S. 7 ff.

HERTZ, D.B., Investment Policies that Pay Off, in: Harvard Business Review, Vol. 46 (1968), S. 96 ff.

HESTER, D.D., An Empirical Examination of a Commercial Bank Loan Offer Function, in: Yale Economic Essays, Vol. 2 (1962), S. 3 ff.

HINTNER, O., Zum Liquiditätsproblem der Geschäftsbanken, in: Der Betrieb in der Unternehmung, Festschrift für Wilhelm Rieger zu seinem 85. Geburtstag, Hrsg. J. Fettel und H. Linhardt,Stuttgart 1963, S. 396 ff.

HODGMAN, D.R., Credit Risk and Credit Rationing, in: QJoE, Vol. 74 (1960), S. 258 ff.

HODGMAN, D.R., Credit Risk and Credit Rationing, Reply, in: QJoE, Vol. 75 (1961), S. 319 ff.

HODGMAN, D.R., Credit Risk and Credit Rationing: Reply, in: QJoE, Vol. 76 (1962), S. 488 ff.

JACOB, H., Zum Problem der Unsicherheit bei Investitionsentscheidungen, in: ZfB, 37. Jg. (1967), S. 153 ff.

JAFFEE, D.M/MODIGLIANI, F., A Theory and Test of Credit Rationing, in: AER, Vol. 59 (1969), S. 850 ff.

JARCHOW,H.-J., Der Bankkredit in einer Theorie der "Portfolio Selection", in: Weltwirtschaftliches Archiv, Bd. 104 (1970), S. 189 ff.

KALL, P., Produktionsoptimierung mit Hilfe der stochastischen Programmierung, in: Industrielle Organisation 36. Jg. (1967), S. 427 ff.

KANE, E.J./MALKIEL, B.G., Bank Portfolio Allocation, Deposit Variability, and the Availability Doctrine, in: QJoE,Vol. 79 (1965), S. 113 ff.

KATH, D., Die verschiedenen Ansätze der Zinsstrukturtheorie, in: Kredit und Kapital, Jg. 5 (1972), S. 28 ff.

KOCH, H., Über eine allgemeine Theorie des Handelns, in: Zur Theorie der Unternehmung, Festschrift für E. Gutenberg, Hrsg. H. Koch, Wiesbaden 1962.

KÖHLER, R., Zum Finanzierungsbegriff einer entscheidungsorientierten Betriebswirtschaftslehre, in: ZfB, 39. Jg.(1969), S. 435 ff.

KOLLER, H., Simulation als Methode in der Betriebswirtschaft, in: ZfB, 36. Jg. (1966), S. 95 ff.

KOSIOL, E. Modellanalyse als Grundlage unternehmerischer Entscheidungen, in: ZfhF, NF, 13. Jg. (1961), S. 318 ff.

KRELLE, W., Unsicherheit und Risiko in der Preisbildung, in: Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft, 113. Bd. (1957), S. 633 ff.

KRÖMMEL, H.-J., Zur Bewertung im Kreditstatus, in: ZfhF, NF, 14. Jg. (1962), S. 137 ff.

KRÜMMEL, H.-J., Liquiditätssicherung im Bankwesen, in: Kredit und Kapital, 1. Jg. (1968), S. 247 ff.

KRÖMMEL, H.-J., Liquiditätssicherung im Bankwesen, Teil II: Liquiditätssicherung als Teil der Unternehmenspolitik der Banken, in: Kredit und Kapital, 2. Jg. (1969), S. 72 ff.

LERNER, E.M., Simulating a Cash Budget, in: California Management Review, Vol. 11 (Winter, 1968), S. 79 ff.

LINTNER, J., Security Prices, Risk, and Maximal Gains from Diversification, in: JoF, Vol. 20 (1965), S. 587 ff.

MARKOWITZ, H.M., Portfolio Selection, in: JoF, Vol. 7 (1952), S. 77 ff.

MCCALL, A.S./MURPHY, N.B., A Liquidity Planning Simulation Model for Mutual Savings Banks, in: FDIC, Working Paper 7o - 8.

MEFFERT, H., Zum Problem der betriebswirtschaftlichen Flexibilität, in: ZfB, 39. Jg. (1969), S. 779 ff.

MENGER, K., Das Unsicherheitsmoment in der Wertlehre: Betrachtungen im Anschluß an das sogenannte Petersburger Spiel, in: Zeitschrift für Nationalökonomie, Bd. 5 (1934), S. 459 ff.

MEYER ZU SELHAUSEN, H., Ein Operations-Research-Modell zur Optimalplanung von Aktiv- und Passivgeschäft in der Kreditbank, in: Blätter für Genossenschaftswesen, 117 Jg. (1971), S. 125 ff.

MILLER, M.H., Credit Risk and Credit Rationing: Further Comment, in: QJoE, Vol. 76 (1962), S. 480 ff.

MILLER, M.H./ORR, D., A Model of the Demand for Money by Firms, in: QJoE, Vol. 80 (1966), S. 413 ff.

MILLER, M.H./ORR, D., An Application of Control-Limit-Models to the Management of Corporate Cash Balances, in: Financial Research and Management Decisions, Hrsg. A.A. Robichek, New York - London - Sydney 1967, S. 113 ff.

MILLER, M.H./ORR, D., The Demand for Money by Firms: Extensions of Analytic Results, in: JoF, Vol. 23 (1968), S. 735 ff.

MODIGLIANI, F., The Measurement of Expectations, in: Econometrica, Vol. 20 (1952), S. 481.

MOSSIN, J., Equilibrium in a Capital Asset Market, in: Econometrica, Vol. 34 (1966), S. 772 ff.

MOSSIN, J., Optimal Multiperiod Portfolio Policies, in: JoB, Vol. 41 (1968), S. 215 ff.

MOXTER, A., Bilanzierung und unsichere Erwartungen, in: ZfhF, NF, 14. Jg. (1962), S. 607 ff.

MÜLHAUPT, L., Umsatz-, Kosten- und Gewinnplanung einer Kreditbank, in: ZfhF, NF, 8. Jg. (1956), S. 7 ff.

MÜLHAUPT, L., Ansatzpunkte für eine Theorie der Kreditbank, in: Jahrbuch für Sozialwissenschaft, 12. Bd. (1961), S. 132 ff.

MÜLHAUPT, L., Wettbewerb und Strukturwandel in der Kreditwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung des langfristigen Kreditgeschäfts, in: Der langfristige Kredit, 20. Jg. (1969), S. 651 ff.

MÜLHAUPT, L., Die Goldene Bankregel und ihre Problematik, in: Der langfristige Kredit, 22. Jg. (1971), S. 35 ff.

MÜLHAUPT, L./DEPPE, H.-D., Gedanken zu Problemen der Liquiditätsplanung von Kreditinstituten, in: Sparkasse, 80. Jg. (1963), S. 83 ff.

MÜLHAUPT, L./KÜLLMER, H., Probleme der Entscheidungsfindung im Bankbetrieb, in: Kredit und Kapital, 4. Jg. (1971), S. 171 ff.

MÜLLER, W., Technik und Leistungsfähigkeit betriebswirtschaftlicher Simulationsstudien, in: ZfB, 38. Jg. (1968), S. 605 ff.

MURPHY, N.B./ WEINTROP, H., Evaluating Liquidity under Conditions of Uncertainty in Mutual Savings Banks, in: Journal of Financial and Quantitative Analysis, Vol., IV (1970), S. 559 ff.

NÄSLUND, B./WHINSTON, A., A Model of Multi-Period Investment under Uncertainty, in: MS, Vol. 8 (1962), S. 184 ff.

NEAVE, E.H., The Stochastic Cash Balance Problem with Fixed Costs for Increases and Decreases, in: MS, Vol. 16 (1970), S. 473 ff.

NEUHAUS, W., Indexmodelle zur Planung effizienter Wertpapierportefeuilles, in: ZfB, 39. Jg. (1969), S. 801 ff.

NEWELL, A./SHAW, J.C./SIMON , H.A., Report on a General Problem-Solving Program, in: Readings in Mathematical Psychology , Vol. II, Hrsg. R.D. Luce / R.R. Busch / E. Galanter, New York 1963, S. 41 ff.

NEWELL, A./SHAW, J.C./SIMON, H.A., The Process of Creative Thinking, in: Contemporary Approaches to Creative Thinking, Hrsg. H.E. Gruber, G. Tevell, M. Wertheimer, 4. Aufl., New York 1967, S.

NIEHANS, J., Zur Preisbildung bei ungewissen Erwartungen, in: Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, 84. Jg. (1948), S. 433 ff.

ORGLER, Y.E., An Unequal-Period Model for Cash Management Decisions, in: MS, Vol. 16 (1970), S. 77 ff.

ORR, D./MELLON, W.G., Stochastic Reserve Losses and Expansion of Bank Credit, in: AER, Vol. 51 (1961), S. 614 ff.

OTRUBA, H., Zur mikroökonomischen Geldnachfragetheorie, in: Zeitschrift für Nationalökonomie, Bd. 30 (1970), S. 309 ff.

O.V., Die Grundsätze über das Eigenkapital und die Liquidität der Kreditinstitute gemäß §§ 10 und 11 des Gesetzes über das Kreditwesen, in: Monatsberichte der Deutschen Bundesbank, 14. Jg. (März 1962), S. 3.

O.V., Veränderungen der Zinsstruktur in der Bundesrepublik seit 1967, in: Monatsberichte der Deutschen Bundesbank, 23. Jg. (Oktober 1971), S. 36 f.

PRION, W., Die Lehre vom Bankbetrieb, in: Handwörterbuch der Staatswissenschaften, Hrsg. L. Elster et alii, 4. gänzl. umgearb. Aufl., Jena 1924, S. 124 ff.

RYDER, H.E. jr., Credit Risk and Credit Rationing: Comment, in: QJoE, Vol. 76 (1962), S. 471 ff.

SASTRY, R.A.S., The Effect of Credit on Transactions Demand for Cash, in: JoF, Vol. 25 (1970), S. 777 ff.

SAVAGE, L.J., The Theory of Statistical Decision, in: The Journal of the American Statistical Association, Vol. 46 (1951), S. 55 ff.

SCARF, H., The Optimality of (s, S)-Policies in the Dynamic Inventory Problem, in: Mathematical Methods in the Social Sciences, Hrsg. K.J. Arrow/S. Karlin/ P. Suppes, Stanford, Cal. 1960, S. 196 ff.

SCHEIDL, K., Zum Problem bankbetrieblicher Dispositionsregeln, in: Dienstleistungen in Theorie und Praxis, Hrsg. H. Linhardt/P.Penzkofer/P. Scherpf, Stuttgart 1970, S. 161 ff.

SCHNEEWEIß, H. Nutzenmaxiomatik und Theorie des Messens, in: Statistische Hefte, 4. Jg. (1963), S. 178 ff.

SCHNEIDER, D., Flexible Planung als Lösung der Entscheidungsprobleme unter Ungewißheit?, in: ZfbF, 23. Jg. (1971), S. 831 ff.

SCHNEIDER, D., "Flexible Planung als Lösung der Entscheidungsprobleme unter Ungewißheit?" in der Diskussion, in: ZfbF, 24. Jg. (1972), S. 456 ff.

SEELBACH, H./FEHR, H., Simulation - Besprechungsaufsatz, in: ZfB, 41. Jg. (1971), S. 881 ff.

SEIDENFUS, H.S., Zur Theorie der Erwartungen,in: John Maynard Keynes als "Psychologe", Hrsg. G. Schmölders/ H.S. Seidenfus/R.Schröder, Berlin 1956, S. 97 ff.

SHARPE, W.F., A Simplified Model for Portfolio Analysis, in: MS, Vol. 9 (1963), S. 277 ff.

SIMON, H.A.,Theories of Decision Making in Economics and Behavioral Science, in: Management and Organizational Behavior Theories: An Interdisciplinary Approach, Hrsg. W.T. Greenwood, Cincinnati, Ohio 1965, S. 300 ff.

SMITH, K.V., A Transition Model for Portfolio Revision, in: JoF, Vol. 22 (1967), S. 425 ff.

SPRENKLE, C.M., The Uselessness of Transactions Demand Models, in: JoF, Vol 24 (1969), S. 835 ff.

SROKA, K., Probleme der Messung der Fremdfinanzierungsrisiken und deren Bedeutung in der Theorie der finanziellen Führung, Diss. Frankfurt a.M. 1966

STEINBUCH, K., Systemanalyse - Versuch einer Abgrenzung, Methoden und Beispiele, in: IBM-Nachrichten, 17. Jg. (1967), S. 446 ff.

STEVENSON, H., IBM Unternehmensspiel für Kreditinstitute, in: IBM-Nachrichten, 16. Jg. (1966), Heft 176, S. 10 ff.

STÖTZEL, W., Art. Liquidität, in: Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Hrsg. E.v. Beckerath et alii, Bd. 6, Stuttgart - Tübingen - Göttingen 1959, Sp. 622 ff.

STÖTZEL, W., Die Relativität der Risikobeurteilung von Vermögensbeständen, in: Entscheidung bei unsicheren Erwartungen. Beiträge zur Theorie der Unternehmung, Hrsg. H. Hax, Köln und Opladen 1970, S. 9 ff.

SÜCHTING, J., Zur Problematik von Kapitalkosten - Funktionen in Finanzierungsmodellen, in: ZfB, 40. Jg. (1970), S. 329 ff.

TAUSSKY, O./TODD, J., Generation and Testing of Pseudo-Random Numbers, in: Symposium on Monte Carlo Methods, Hrsg. H.A. Meyer, New York - London 1956, S. 15 ff.

THORE, S.,Programming Bank Reserves under Uncertainty, in: The Swedish Journal of Economics, Vol. 70 (1968), S. 123 ff.

TINBERGEN, J., The Notions of Horizon and Expectations in Dynamic Economics, in: Econometrica, Vol. 12 (1944), S. 247 ff.

TINTNER, G., The Theory of Choice under Subjective Risk and Uncertainty, in: Econometrica, Vol. 9 (1941), S. 298 ff.

TINTNER, G., The Pure Theory of Production under Technological Risk and Uncertainty, in: Econometrica, Vol. 9 (1941), S. 305 ff.

TINTNER, G., Ein Beitrag zur nicht-statischen Werttheorie, in: Zeitschrift für Nationalökonomie, Bd. 14 (1954), S. 358 ff.

TINTNER, G., A Note on Stochastic Linear Programming, in: Econometrica, Vol. 28 (1960), S. 490 ff.

TOBIN, J., The Interest-Elasticity of Transactions Demand for Cash, in: The Review of Economics and Statistics, Vol. 38 (1956), S. 241 ff.

TOBIN, J., The Theory of Portfolio Selection, in: The Theory of Interest Rates, Hrsg. F.H. Halm, F.P.R. Brechling, London 1965, S. 3 ff.

TSIANG, S.C., The Precautionary Demand for Money: An Inventory Theoretical Analysis, in: Journal of Political Economy, Vol. 77 (1969), S. 99 ff.

VORMBAUM, H., Das finanzwirtschaftliche Gleichgewicht des Betriebes, in: ZfB, 32. Jg. (1962), S. 65 ff.

WALB, E., Die Bankkrise von 1931, in: ZfhF, 26. Jg. (1932), S. 1 ff.

WALB, E., Übersetzung und Konkurrenz im Deutschen Kreditapparat, in: Untersuchung des Bankwesens 1933, I. Teil, 1. Bd., Berlin 1933, S. 116 ff.

WALD, A., Statistical Decision Functions which Minimize the Maximum Risk, in: Annals of Mathematics, Vol. 46 (1945), S. 265 ff.

WEINGARTNER, H.M., Discussion to: Cohen, K.J./Hammer, F.S., Linear Programming and Optimal Bank Asset Management Decisions, in: JoF, Vol. 22 (1967), S. 166 ff.

WITTMANN, W., Überlegungen zu einer Theorie des Unternehmungswachstums, in: ZfhF, NF, 13. Jg. (1961), S. 493 ff.

WHALEN, E.L., A Rationalization of the Precautionary Demand for Cash, in: QJoE, Vol. 80 (1966), S. 314 ff.

WURL, H.-J., Betriebswirtschaftliche Projektanalysen durch Simulation, in: ZfbF, 24. Jg. (1972), S. 362 ff.

L e b e n s l a u f

Herkunft:	Geboren am 24.7.1943 in Detmold Vater: Hermann Küllmer, Inhaber eines Installationsgeschäftes Mutter: Johanne Küllmer, geb. Tünker Staatsangehörigkeit: deutsch
Schulbesuch:	Von 1950 - 1954 Grundschule in Detmold Von 1954 - 1963 neusprachlicher Zweig des Leopoldium I in Detmold Reifeprüfung: 29.2.1963
Militärdienst:	Wehrdienst vom April 1963 bis März 1965
Studium:	Vom SS 1965 - WS 1969/70 Studium der Betriebswirtschaftslehre an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster Diplomprüfung am 17.4.1970 Ab 1.5.1970 Assistent am Institut für Kreditwesen der Westfälischen Wilhelms-Universität